



6 1976

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА
ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА



Полет «Луны-24»

9 августа 1976 года станция «Луна-24» была выведена на селеноцентрическую круговую орбиту. Затем с целью обеспечения посадки в расчетном районе Луны станция была переведена на эллиптическую орбиту.

18 августа в 9 часов 36 минут московского времени автоматическая станция «Луна-24» совершила мягкую посадку на поверхность Луны в юго-восточном районе Моря Кризисов.

После посадки станции по команде с Земли грунтозаборное устройство произвело бурение лунного грунта на глубину около двух метров. Образцы лунного грунта были помещены в герметичный контейнер возвращаемого аппарата.

Во время работы на Луне уточнялись координаты местоположения станции и осуществлялась подготовка к старту космической ракеты.

19 августа в 8 часов 25 минут московского времени, используя в качестве стартовой платформы посадочную ступень станции, космическая ракета «Луна — Земля» стартовала с Луны.

В ходе перелета по трассе Луна — Земля контролировалось состояние бортовых систем, проводились траекторные измерения.

22 августа космическая ракета станции «Луна-24» со второй космической скоростью приблизилась к Земле. В расчетное время произошло отделение возвращаемого аппарата. Для слежения за полетом возвращаемого аппарата были использованы наземные радиолокационные и пеленгационные средства.

В конце участка аэродинамического торможения на высоте 15 километров была введена в действие парашютная система. В 20 часов 55 минут московского времени возвращаемый аппарат автоматической станции «Луна-24» совершил посадку в расчетном районе, в 200 километрах юго-восточнее города Сургута.

Советская наука и техника добились нового успеха в исследовании Луны, программа полета автоматической станции «Луна-24» выполнена полностью.

Образцы лунного грунта, доставленные космической ракетой станции «Луна-24», будут переданы Академии наук СССР для исследований.

Результаты исследований будут опубликованы.

(По материалам Сообщения ТАСС
от 24 августа 1976 года)

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1976 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

В. С. Троицкий — Радиointерферометрия в астрометрии и геодезии	4
К. И. Чурюмов, В. А. Голубев — Комета Уэста 1975n	12
Н. С. Черных — Комета Смирновой — Черных 1975e	19
П. Р. Амнуэль — Что происходит в ТДС?	24
В. П. Яснов — «Зеленые патрули» в космосе	33
И. Н. Мещерский, А. С. Ильин — Движения земной поверхности, вызванные техногенными процессами	37

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

Г. С. Бисноватый-Коган — Проблемы магнитных полей в Космосе	42
---	----

ЭКСПЕДИЦИИ

Е. В. Вержбицкий, А. Е. Сузюмов — На «Виме» — в Охотское море	45
---	----

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Б. А. Воронцов-Вельяминов — Роль программы в улучшении преподавания астрономии	52
В. В. Радзиевский, А. В. Артемьев, А. А. Арюткина — Принципы построения программы по астрономии	54
К. Б. Болеев, Ш. Тулегенов — Воспитывать воинствующих атеистов	58

ПУБЛИЦИСТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ

А. Н. Симоненко — Бolid 11 февраля 1976 года	60
В. С. Лазаревский — Астрономические явления в 1977 году	64
Г. Н. Сизонов — Диспетчерская связь при наблюдениях метеоров	66

ФАНТАСТИКА

В. Н. Комаров — Если бы знать заранее	68
---------------------------------------	----

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

Л. А. Гольденберг — «200 научных биографий»	75
В. М. Котляков — «Между полюсом и Европой»	77
Книги 1977 года	78

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ 83, 96

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

«Союз-21»: успешное завершение программы полета [2]; Полет «Союза-22» [3]; Лауреаты медали «За обнаружение новых астрономических объектов» [30]; «Сверхвытянутые» двойные системы [32]; «Жесткие» рентгеновские источники и шаровые скопления [32]; Лебедь X-1 — оптический пульсар [32]; 44-й рейс «Гломара Челленджера» [41]; Химический состав Солнца [41]; Коллоквиум в Абастумани [59]; Количество метеоритных структур в СССР [63]; Найден редкий метеорит [63]; Новые книги [82, 83]; Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1976 году [93].

«Союз-21»: успешное завершение программы полета

48 суток работали в космосе товарищи Борис Валентинович Волинов и Виталий Михайлович Жолобов, которые 6 июля 1976 года стартовали с Земли на космическом корабле «Союз-21». 7 июля «Союз-21» был состыкован с орбитальной космической станцией «Салют-5», выведенной на околоземную орбиту 22 июня 1976 года.

После завершения намеченной программы работ на борту станции экипаж подготовил транспортный корабль «Союз-21» к расстыковке и спуску на Землю. В спускаемый аппарат были перенесены материалы научных исследований.

24 августа корабль и станция расстыковались, затем была включена тормозная двигательная установка корабля. По окончании работы двигателя произошло разделение отсеков транспортного корабля «Союз-21», и спускаемый аппарат перешел на траекторию снижения.

На расчетной высоте была введена в действие парашютная система, и спускаемый аппарат плавно приземлился.

24 августа 1976 года в 21 час 33 минуты московского времени экипаж станции «Салют-5» благополучно возвратился на Землю. Посадка спускаемого аппарата транспортного корабля «Союз-21» произошла в заданном районе территории Советского Союза, в двухстах километрах юго-западнее города Кокчетав.

За время длительного космического полета с орбитальной научной станции «Салют-5» получена обширная и ценная научная информация о физических характеристиках атмосферы Земли и Солнца. Большое внимание было уделено исследова-

Указ Президиума Верховного Совета СССР

**О награждении Героя Советского Союза
летчика-космонавта СССР тов. Волинова Б. В.
орденом Ленина и второй медалью «Золотая Звезда»**

За успешное осуществление длительного полета на орбитальной научной станции «Салют-5» и транспортном корабле «Союз-21» и проявленные при этом мужество и героизм наградить Героя Советского Союза летчика-космонавта СССР тов. Волинова Бориса Валентиновича орденом Ленина и второй медалью «Золотая Звезда».

В ознаменование подвига Героя Советского Союза тов. Волинова Б. В. соорудить бронзовый бюст на родине Героя.

**Председатель Президиума Верховного Совета СССР
Н. ПОДГОРНЫЙ.
Секретарь Президиума Верховного Совета СССР
М. ГЕОРГАДЗЕ.**

Москва, Кремль. 1 сентября 1976 г.

Указ Президиума Верховного Совета СССР

**О присвоении звания Героя Советского Союза
летчику-космонавту тов. Жолобову В. М.**

За успешное осуществление длительного полета на орбитальной научной станции «Салют-5» и транспортном корабле «Союз-21» и проявленные при этом мужество и героизм присвоить звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда» летчику-космонавту тов. Жолобову Виталию Михайловичу.

**Председатель Президиума Верховного Совета СССР
Н. ПОДГОРНЫЙ.
Секретарь Президиума Верховного Совета СССР
М. ГЕОРГАДЗЕ.**

Москва, Кремль. 1 сентября 1976 г.

Указ Президиума Верховного Совета СССР

**О присвоении звания «Летчик-космонавт СССР»
тов. Жолобову В. М.**

За осуществление космического полета на орбитальной научной станции «Салют-5» и транспортном корабле «Союз-21» присвоить звание «Летчик-космонавт СССР» тов. Жолобову Виталию Михайловичу.

**Председатель Президиума Верховного Совета СССР
Н. ПОДГОРНЫЙ.
Секретарь Президиума Верховного Совета СССР
М. ГЕОРГАДЗЕ.**

Москва, Кремль. 1 сентября 1976 г.

Полет «Союза-22»

ниям земной поверхности в интересах различных отраслей науки и народного хозяйства. Комплексная съемка проводилась над обширными районами территории Советского Союза.

Самостоятельной частью программы полета явились исследования протекания различных физических процессов и проведения технологических операций в условиях невесомости. В ходе полета успешно проведена отработка новых систем и приборов космических кораблей и орбитальных станций. Проведены комплексные исследования реакции организма человека на действие факторов длительного космического полета.

В течение всего полета связь с космическим кораблем «Союз-21» и орбитальной станцией «Салют-5» надежно обеспечивалась наземным командно-измерительным комплексом и судами Академии наук СССР «Космонавт Юрий Гагарин», «Академик Сергей Королев», «Бежица» и «Невель», находившимися в акватории Атлантического океана.

Станция «Салют-5» продолжает управляемый полет в автоматическом режиме.

В своем рапорте Генеральному секретарю ЦК КПСС товарищу Л. И. Брежневу космонавты писали: «Докладываем Вам, что задачи, возложенные на экипаж орбитальной станции «Салют-5», выполнены. Посадка спускаемого аппарата корабля «Союз-21» произведена успешно в заданном районе.

Орбитальная станция «Салют-5» и все ее системы работали нормально и показали высокую надежность. Получены качественно новые научные материалы, которые будут способствовать дальнейшему развитию космической техники и народного хозяйства.»

15 сентября 1976 года в 12 часов 48 минут по московскому времени в Советском Союзе произведен запуск космического корабля «Союз-22», пилотируемого экипажем в составе командира корабля Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР полковника Быковского Валерия Федоровича и бортинженера Аксенова Владимира Викторовича.

Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР Валерий Федорович Быковский родился в 1934 году в городе Павловском Посаде Московской области. После окончания Качинского военного авиационного училища служил в авиационных частях Советской Армии. В отряд космонавтов В. Ф. Быковский зачислен в 1960 году. В 1963 году выполнил свой первый космический полет — на корабле «Восток-5». В 1968 году без отрыва от работы в Центре подготовки космонавтов он успешно окончил Военно-воздушную инженерную академию имени Н. Е. Жуковского, а спустя пять лет защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Имеет печатные труды и изобретения. В. Ф. Быковский — член Коммунистической партии Советского Союза с 1963 года.

Владимир Викторович Аксенов родился в 1935 году в селе Гиблицы Касимовского района Рязанской области. По окончании машиностроительного техникума в 1953 году стал курсантом военной авиационной школы, а затем Чугуевского военного авиационного училища. В 1957 году В. В. Аксенов начал работать в конструкторском бюро и учиться во Всесоюзном заочном политехническом институте, который окончил в 1963 году. Он принимал активное участие в

разработке новых систем космических аппаратов, проведении их летных испытаний, а также в подготовке экипажей к полетам. В отряд космонавтов В. В. Аксенов был зачислен в 1973 году, прошел полный курс подготовки к космическим полетам. В. В. Аксенов — член Коммунистической партии Советского Союза с 1959 года.

Основная цель полета космического корабля «Союз-22», проводившегося по программе сотрудничества социалистических стран в области исследования и использования космического пространства в мирных целях — отработка и усовершенствование научно-технических методов и средств изучения из космоса геолого-географических характеристик поверхности Земли в интересах народного хозяйства. Для решения этих задач на борту космического корабля была установлена многозональная фотоаппаратура, разработанная специалистами ГДР и СССР и изготовленная на народном предприятии «Карл Цейс Йена» в ГДР.

Программой полета предусматривается также выполнение научно-технических, медико-биологических исследований и экспериментов.

Когда работа над этим номером журнала была закончена, стало известно об успешном завершении полета космического корабля «Союз-22». 23 сентября 1976 года космический корабль «Союз-22» с космонавтами В. Ф. Быковским и В. В. Аксеновым благополучно совершил мягкую посадку в 10 часов 42 минуты по московскому времени в расчетном районе, в 150 км северо-западнее г. Целинограда.



Член-корреспондент АН СССР
В. С. ТРОИЦКИЙ

Радиоинтерферометрия в астрометрии и геодезии

ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ АСТРОМЕТРИИ

Задача астрометрии — установление небесной системы координат и изучение вращения Земли, движения планет, их спутников и звезд.

Уже в древности была выбрана экваториальная система координат, основные опорные элементы которой — ось вращения Земли, точка весеннего равноденствия — связаны с собственным вращением Земли и ее движением вокруг Солнца. К настоящему времени усилиями поколений астрономов всех стран небесная координатная система закреплена фундаментальным каталогом положений около полутора тысяч наиболее ярких звезд нашей Галактики.

Современная астрометрия основана на стройной взаимосвязанной системе меридианных методов, использующих инструменты точных угловых измерений. К каким же результатам пришла астрометрия? Известно, что с помощью астрометрии установлены законы небесной механики, созданы каталоги положений большого количества небесных объектов, исследованы собственные движения ряда звезд.

Скорость вращения нашей планеты, измеряемая относительно звезд и Солнца, положена в основу изучения хода звездного и солнечного времени. Мировое время, которым мы пользуемся, определяется сетью Службы времени, насчитывающей около 50 специальных станций. За последние десятилетия удалось установить, что Земля вращается неравномерно — ее скорость периодически, а иногда и нерегулярно меняет-

Точнейший метод угловых измерений — радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой — открыл новую эру в астрометрии и геодезии.

ся, замечено систематическое замедление вращения («Земля и Вселенная», № 2, 1975, стр. 61.— Ред.).

Измерения широт обсерваторий, проводимые уже в течение 80 лет, показали, что тело Земли слегка меняет свое положение относительно оси вращения, то есть точка, где земная ось пересекает поверхность Земли (земной полюс), описывает сложное движение вокруг некоторого среднего положения. Создана мировая сеть широтных станций, состоящая примерно из 20 специально оборудованных обсерваторий и предназначенная для быстрого и точного определения положения полюса.

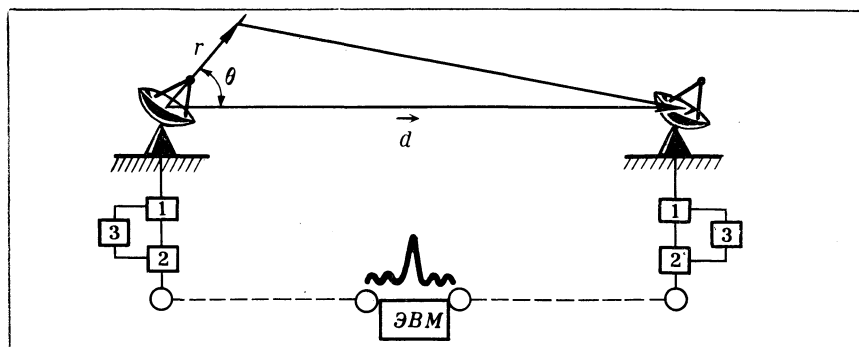
При сопоставлении данных широтных станций, расположенных на различных континентах, делаются попытки определить их взаимное перемещение. За последнее время теория движения континентальных блоков земной коры находит веское подтверждение в обнаруженных недавно особенностях дна Мирового океана («Земля и Вселенная», № 5, 1974, стр. 28—35.— Ред.).

Появление спутников Земли позволило по-новому использовать астрометрию для измерения больших расстояний на Земле и определения ее фигуры с небывалой ранее точностью. Это дало возможность представить фигуру Земли в виде эллип-

соида с точностью до 20 м, который получил название Земля-2.

Потребности ряда наук о Земле ставят перед астрометрией задачи все более точного и быстрого измерения флуктуаций скорости вращения Земли, перемещения ее полюсов, изменения ее фигуры и размеров, перемещений блоков земной коры, ее приливных движений, передвижений, связанных с землетрясениями, и т. д. Все эти проблемы составляют предмет геодинамики. Однако точность оптических астрометрических инструментов и самой опорной системы координат оказывается недостаточной для подобных исследований. Дело в том, что из-за прецессии и нутации оси вращения Земли выбранная экваториальная система координат непрерывно и закономерно меняет ориентацию среди звезд. Однако это еще не беда. Оказывается, необходимо учитывать собственные движения опорных звезд. А поскольку полностью их учесть не удастся, происходит нерегулярная «деформация» всей системы координат.

При достаточно длительном периоде изучения каких-либо движений небесных тел (в том числе и Земли) искажение системы координат со временем становится существенным. Уже давно возникла необходимость создания более стабильной, недеформирующейся системы небесных координат. Это — проблема № 1 всей классической астрометрии. В настоящее время в качестве опорной координатной системы используются более удаленные и потому «более неподвижные» слабые звезды нашей Галактики. Ведется огромная и трудо-



емкая коллективная работа по составлению Каталога слабых звезд. Однако этот каталог не устранил самый существенный недостаток координатной системы — низкую точность ее определения, связанную с низкой точностью оптических угловых измерений («Земля и Вселенная», № 2, 1973, стр. 16—23.—Ред.).

Считается, что координаты звезд фундаментального каталога и, следовательно, сама небесная координатная система определены с точностью до 0,2—0,3 угловой секунды. Главный источник ошибок — сам измерительный инструмент. Современные методы астрометрии, как и сотни лет назад, основаны на механических устройствах измерения углов, что приводит ко многим трудноучитываемым инструментальным ошибкам. Эти ошибки имеют тот же порядок величины, что и точность фундаментального каталога. Приходится только удивляться тому, как на таких инструментах благодаря многим годам труда удалось достичь столь высокой, по-видимому предельной для оптической астрометрии, точности.

ПРОБЛЕМЫ ГЕОДЕЗИИ И ГЕОДИНАМИКИ

Задача геодезии — определение размеров и формы Земли, положений точек на земной поверхности и векторов расстояний между ними. Исследованием изменений этих параметров занимается геодинамика («Земля и Вселенная», № 4, 1975, стр. 6—14.—Ред.). Для этих целей обычно применяется система координат, жестко связанная с Землей. Однако такая система координат не

может быть использована для решения задач геодинамики, поскольку эта система деформируется вместе с земной поверхностью. Для исследования эффектов геодинамики необходима иная система координат.

Некоторые новые возможности открывают искусственные спутники Земли («Земля и Вселенная», № 3, 1968, стр. 14—23.—Ред.). Например, произведя из двух пунктов одновременное фотографирование спутника, можно определить угол, под которым видна со спутника хорда, соединяющая оба эти пункта, и ее направление. Измерив лазерным локатором одновременно расстояние до спутника, можно легко найти по углу и двум сторонам длину и направление хорды. Поскольку углы и направления определяются с использованием фундаментального каталога, естественно ошибки этих измерений не могут быть меньше ошибок фундаментального каталога, то есть 0,2—0,3 секунды дуги. При измерении расстояний в тысячи километров требуется высота спутника 4—5 тыс. км, что дает абсолютную ошибку в длине хорды 5—8 м. Однако нужно еще учесть ошибки того же порядка за счет рефракции и др. Таким

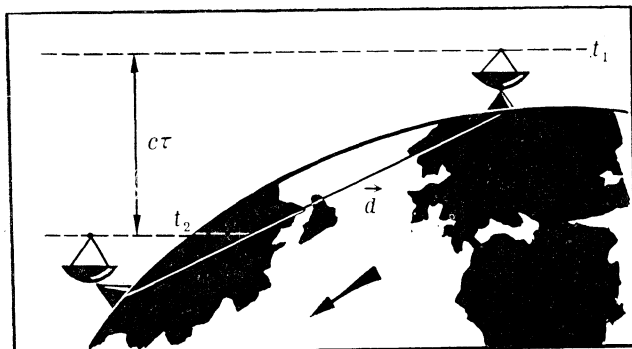
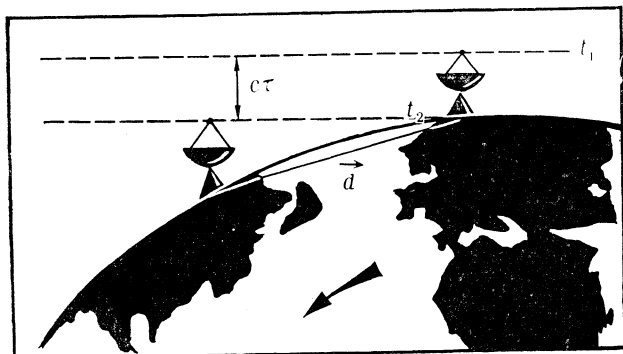
образом, новые возможности спутниковой геодезии оказываются ограниченными при изучении большинства ожидаемых эффектов геодинамики.

Какая же система координат должна быть выбрана для решения проблем геодинамики? Где ее искать? Очевидно, что эта система не может быть связана с Землей. Она должна задаваться в виде неизменных в пространстве и времени направлений, относительно которых могут длительно изучаться изменения фигуры Земли, характер ее вращения и движения блоков коры. Но этого еще совершенно недостаточно. Для изучения малых изменений формы и движения Земли точность воспроизведения опорных направлений должна составлять фантастическую величину — тысячную долю угловой секунды! Только тогда можно заметить и измерить ничтожно малые перемещения континентов, смещения полюса Земли и колебания скорости вращения нашей планеты, происходящие в короткие промежутки времени.

НОВЫЙ МЕТОД УГЛОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ) впервые был предложен в СССР и осуществлен в США и Канаде в 1967 году. У нас в стране первый радиоинтерферометр со сверхдлинной базой создан в 1969 году Горьковским Научно-исследовательским радиофизическим институтом совместно с Бюраканской астрофизической обсерваторией АН АрмССР. Экспериментальные и теоретические работы, проведенные у нас и за рубежом, свидетельствуют

■
Схема работы радиоинтерферометра со сверхдлинной базой. Сигналы от антенн усиливаются и переводятся на промежуточную частоту (1). Для обеспечения когерентности сигналов используются квантовые генераторы (2). Затем сигналы вместе с метками времени от часов, управляемых тем же квантовым генератором, записываются на магнитную ленту (3). Ее перевозят в вычислительный центр, где суммирование сигналов производится на ЭВМ



об исключительно высокой точности этого метода при измерениях координат радиоисточников и расстояний на Земле.

Принцип работы интерферометра со сверхдлинной базой прост, но техника, применяемая для измерений, довольно сложна. Радиоинтерферометр состоит минимум из двух радиотелескопов, находящихся на расстоянии нескольких тысяч километров друг от друга. Радиотелескопы синхронно принимают радиоизлучение от квазаров и удаленных галактик в сантиметровом диапазоне. Сигнал в каждом пункте усиливается, переводится на промежуточную частоту и далее записывается на магнитную ленту. Потом записи воспроизводятся и складываются в вычислительной машине. Чтобы обеспечить необходимую для интерференции когерентность, в каждом пункте используются квантовые генераторы частоты, в которых эталоном служит атом водорода. Стабильность этих генераторов характеризуется возможным отклонением всего лишь на 10^{-14} от номинальной частоты.

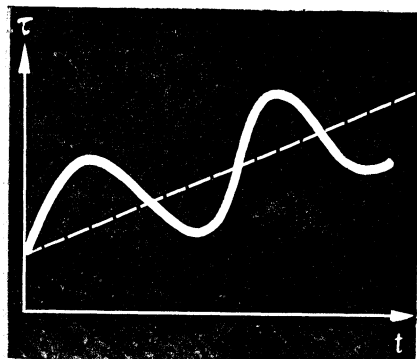
Вычислительная машина находит

участки записей в обоих пунктах, дающие корреляцию сигналов. Возникновение корреляции — интерференции — указывает на то, что данные участки записей соответствуют одному и тому же фронту волны. Заметим, что интерференция возможна только от источника, угловые размеры которого меньше λ/d , где λ — длина волны принимаемого излучения, d — длина базы интерферометра.

По соответствующим меткам времени на магнитной ленте определяется разность времен прихода одного и того же фронта волны в оба радиотелескопа ($\tau = t_1 - t_2$). Наглядно это можно представить так: от квазаров и галактик принимается шумовой сигнал, состоящий из беспорядочной серии импульсов, длительность которых зависит от полосы принимаемых частот. Корреляционная обработка позволяет найти

■ Фронт волны приходит на антенны в разные моменты времени t_1 и t_2 . Задержка сигналов $\tau = t_2 - t_1$ при вращении Земли будет меняться. Стрелкой показано направление вращения Земли

один и тот же импульс в записях, сделанных на обоих радиотелескопах. Чем шире полоса приема, тем короче по времени импульс и, следовательно, точнее можно найти разность моментов прихода одного и того же фронта волны в радиотелескопы. Величина проекции базы на направление к источнику выражается $r = c \cdot \tau = \vec{s} \cdot \vec{d} = d \cos \theta$, где $\vec{s}$ — вектор направления на источник, $\vec{d}$ — вектор базы в экваториальной системе координат, θ — угол между векторами $\vec{s}$ и $\vec{d}$, c — скорость света. Зная расстояние между радиотелескопами, можно определить угол θ . Таким образом, измерения углов и длин сводятся к измерению времени запаздывания прихода волны в радиотелескопы. Предельная точность измерения проекции зависит прежде всего от размеров радиотелескопов, погрешности измерения запаздывания и влияния нестабильности атмосферы на эффективную длину пути луча. Современная техника радиоинтерферометрии при использовании радиотелескопов диаметром 30—60 м позволяет измерять запаздывание с точностью до 0,1 наносекунды; тако-



го же порядка и влияние неучитываемых флуктуаций пути в атмосфере. В пересчете на длину ошибка в определении проекции составляет 3—5 см. При длине базы 5—6 тыс. км это приводит к ошибке в определении направления на источник всего в $0,5 \cdot 10^{-8}$ рад, или 0,001 секунды дуги!

У читателя, вероятно, уже возник вопрос: как узнать длину базы в несколько тысяч километров с точностью до нескольких сантиметров? Оказывается, это расстояние можно вычислить тем же способом по измерениям запаздывания волны. Допустим, что мы наблюдаем радиоисточник, расположенный точно вдоль вектора базы ($\theta=0$). Тогда запаздывание будет равно d/c , откуда найдем d с точностью до нескольких сантиметров. В действительности все осложняется тем, что из-за выпукло-

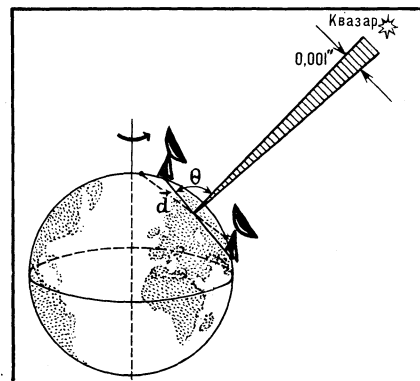
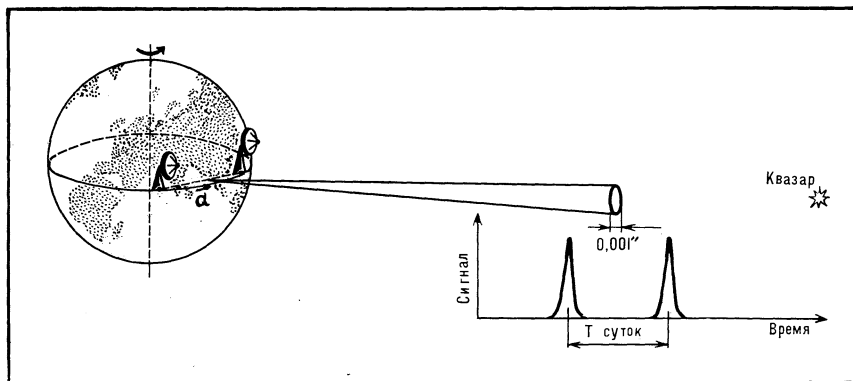
сти Земли при больших расстояниях между радиотелескопами угол θ не может быть сколь угодно близким к нулю. Однако непрерывные суточные наблюдения источника дают возможность экстраполировать задержку на этот угол.

Далее, чтобы найти по углу θ экваториальные координаты источника, нужно знать экваториальные координаты вектора базы $\vec{d}$. Их также получают из интерферометрических измерений квазаров и удаленных галактик. Для этого на радиоинтерферометре необходимо провести непрерывные суточные измерения $\tau(t)$ по крайней мере для трех источников. Такие наблюдения дают возможность узнать одновременно экваториальные координаты вектора базы $\vec{d}$, склонение источников, разность их прямых восхождений, скорость вращения Земли и различие показаний часов в обоих пунктах. Какова точность определения этих величин? Мы убедились, что погрешность найденной длины базы (3—5 см) такая же, как и погрешность величины ее проекции на ось вращения Земли и плоскость экватора. Значит, направление базы измеряется с точностью тысячных долей секунды дуги, с той же точностью находят и другие угловые величины. Поскольку точность измерения разности времен прихода волны составляет 0,1 наносекунды, то и погрешность сличения часов достигает этой величины.

Действие интерферометра удобно характеризовать диаграммой направленности приема. Она имеет вид лепестков (угловой размер лепестка вдоль базы λ/d , а в перпендикуляр-

ном направлении λ/D , где D — диаметр телескопа). При достаточно широкой полосе приема существует только один лепесток размером λ/d рад или только одно направление, откуда возможен прием. Направление приема по отношению к базе, как мы видели, может быть определено с точностью 10^{-3} секунды дуги. Можно вообразить лепесток в виде луча, который при вращении Земли прочертит на небе круг. Допустим, что этот луч в какой-то момент времени проходит через квазар. Луч шириной 10^{-3} секунды дуги пересечет источник за 10^{-4} секунды. Значит, импульс сигнала будет иметь примерно такую же длительность. Через сутки — снова пересечение и снова такой же импульс сигнала. По интервалу времени между двумя сигналами устанавливают длительность суток. Нетрудно видеть, что ошибка отсчета интервала определяется шириной импульса, то есть не более 10^{-4} секунды. Заметим, что в оптических приборах ошибка отсчета зависит от размера звезды. Но атмосферное дрожание как бы увеличивает видимый размер звезды по крайней мере до нескольких десятых долей секунды дуги. Принимая оптимистическую оценку 0,1 секунды, получим длительность сигнала порядка 10 миллисекунд. В радиодиапазоне тоже наблюдается дрожание квазаров, однако на сантиметровых волнах оно не превосходит тысячных долей угловой секунды. Аналогично измерению длительности суток можно представить измерение движения полюса. Но радиотелескопы в этом случае следует расположить по меридиану.

Зависимость задержки прихода сигналов τ от времени. Периодический характер кривой обусловлен вращением Земли. Систематическое изменение задержки обусловлено разной скоростью хода квантовых часов в двух пунктах



РЕВОЛЮЦИЯ В АСТРОМЕТРИИ И ГЕОДЕЗИИ

Итак, мы видим, что применение нового инструмента приводит к качественному скачку в астрометрии и геодезии. Рассмотрим это более подробно.

Фундаментальная астрометрия. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой позволяет создать систему небесных координат, опирающуюся на квазары и удаленные галактики и заданную в пространстве с небывалой точностью до 10^{-3} угловой секунды. Такая система не будет подвержена сколько-нибудь заметным изменениям за сотни, а может быть, и тысячи лет. Становится реальным решение основной задачи фундаментальной астрометрии.

Многие интересующие нас радиоисточники отождествлены с оптическими объектами. Поэтому, используя относительные оптические угловые измерения, можно найти координаты и других чисто оптических объектов. Таким образом, по небес-

ной координатной «сетке из квазаров» с помощью оптической астрометрии могут быть определены координаты объектов Каталога слабых звезд и координаты звезд фундаментального каталога. Точность фундаментального каталога при этом повысится, по-видимому, на порядок, то есть до сотых долей угловой секунды, что увеличит точность ряда традиционных астрометрических и геодезических измерений. Так привязка звезд нашей Галактики к инерциальной системе координат позволит существенно уточнить их собственные абсолютные движения, а это поможет за несколько лет наблюдений выявить вращение Галактики, а также внести коррекцию в фундаментальный каталог. По годичному параллаксу, определяемому радиометодами с точностью до 10^{-4} угловой секунды, можно будет измерить расстояния практически до всех радиоисточников нашей Галактики. Измерения координат квазаров и ядер галактик в течение нескольких лет помогут на порядок уточнить параметры прецессии и нутации экваториальной системы координат.

Служба времени и широты. Уже сейчас интерферометром со сверхдлинной базой можно измерить период вращения Земли, то есть длительность суток, с ошибкой не более 0,1—0,2 миллисекунды за сутки измерения. Мировая сеть станций Службы времени за месяц наблюдений обеспечивает точность до 0,5 миллисекунды. Таким образом, на радиоинтерферометре за сутки можно полу-

чить лучший результат, чем за месяц оптических измерений. Одна интерферометрическая система может обеспечить Службу времени, давая большую экономию средств. С помощью РСДБ решается также задача сверхточной сверки часов, разнесенных на любое расстояние на Земле или вне ее пределов. Уже сейчас достигнута точность сличения до одной наносекунды. Это по крайней мере на 3 порядка точнее, чем дает метод сличения по системам телевидения, и на 4—5 порядков лучше, чем обеспечивает Служба времени с помощью длинноволновых или коротковолновых станций.

За сутки один радиоинтерферометр со сверхдлинной базой может измерить положение полюса с точностью до 3—5 см. В настоящее время положение полюса определяется мировой сетью станций Службы широты с точностью всего лишь до 1 м. Радиоастрономическая Служба времени и широты, кроме того, выгодно отличается от оптической возможностью измерений в любое время су-

Изменение скорости вращения Земли (длительности T звездных суток). Радиотелескопы располагаются вдоль параллели на расстоянии 6000 км. Диаграмма приема радиоинтерферометра — сектор с угловыми размерами вдоль экватора 0,001''. При вращении Земли диаграмма приема («поле зрения») пересекает квазар, что дает на выходе короткие импульсы длительностью всего 0,1 миллисекунды. Ошибка измерения длительности суток не больше ширины импульса

Измерение перемещения полюса. Антенны радиоинтерферометра располагаются по меридиану в 6000 км друг от друга. Измеряется угол θ между направлением базы и направлением на квазар в определенное время суток. При повороте тела Земли против часовой стрелки база займет положение, показанное пунктиром, и угол θ изменится. Ошибка измерения угла составляет 0,001'', чему соответствует ошибка в измерении смещения полюса всего 3 см



ток и в любую погоду. Это обстоятельство, а также высокая точность измерений позволяют надеяться, что будут зафиксированы кратковременные быстрые флуктуации скорости вращения Земли и смещения полюса.

Геодезия. Радиоинтерферометрия решает на новом уровне основные задачи геодезии. Существенно, что форма Земли может быть определена методом, который не зависит от особенностей поля тяготения и распределения масс Земли. Что касается определения положений точек на земной поверхности и расстояний между ними, то метод РСДБ вместе с точнейшими данными о расстоянии между пунктами позволяет также получить в небесной инерциальной или геоцентрической системах координат направление хорды, соединяющей пункты наблюдений. Ошибка в направлении может составить те же 10^{-3} секунды дуги. Заметим, что методом лазерной локации измеряются хорды с погрешностью 0,2—0,3 секунды дуги. Как уже говорилось, направление хорды определяется по величине проекций базы интерферометра на ось вращения Земли и на плоскость экватора в данный момент измерений. Ошибка этих проекций может составить 3—5 см.

Сейчас в США методом радиоинтерферометрии измерено расстояние в 4000 км с точностью до 15 см. Теперь уже реально создание глобальной сверхточной триангуляционной сети.

Геодинамика. Метод РСДБ радикально решает проблемы геодинамики. Мы видим, что с помощью этого метода можно создать необходимую для геодинамических исследований

неподвижную, неизменную во времени и сверхточную сеть направлений или опорных объектов, относительно которых можно измерять движение полюсов, ничтожные изменения формы Земли, флуктуации скорости ее вращения. Удивительно, но «реперами» для измерений на Земле служат далекие миры!

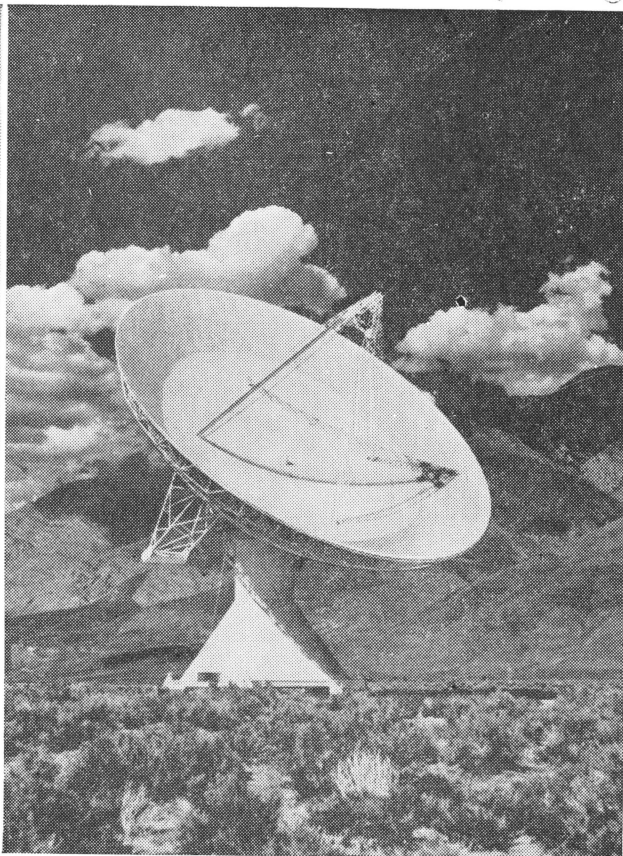
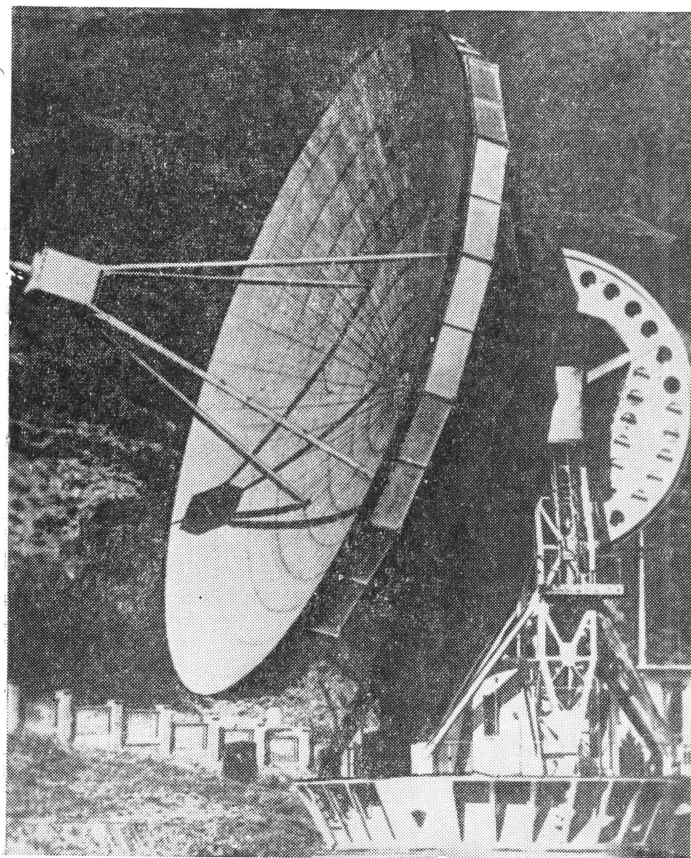
Каким образом используются неизменные направления при определении, например, фигуры Земли? Радиоинтерферометр измеряет с фантастической точностью расстояние между радиотелескопами по хорде. Используя несколько десятков радиотелескопов, можно покрыть поверхность Земли системой хорд с погрешностью в несколько сантиметров. Регулярные измерения длины хорд дадут возможность наблюдать «дыхание» Земли, отмечая изменение ее формы с точностью до единиц сантиметров. Это позволит определить приливные поднятия и опускания земной коры, составляющие несколько десятков сантиметров, а также нерегулярные изменения поверхности Земли при землетрясениях, когда происходят поднятия и опускания целых районов. Может быть, в будущем точный контроль за формой Земли поможет предсказывать наступление крупных землетрясений в том или ином районе планеты.

Открываются перспективы экспериментального исследования движения континентов. За несколько лет наблюдений могут быть замечены движения со скоростями до 1—2 см в год. Карта взаимных движений континентов и регионов позволила бы лучше понять законы и историю их

образования, изучить закономерности глобального распределения полезных ископаемых и эффективнее вести их поиск.

Небесная механика. Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой открывает новые пути изучения Солнечной системы. С развитием космонавтики появилась возможность установить источник радиоизлучения — радиомаяк на небесных телах. Наблюдая за радиомаяком с помощью радиоинтерферометра, прокалиброванного по инерциальной системе координат, можно получить небывало высокие точности астрометрических исследований тел Солнечной системы, уточнить орбиты планет и спутников, изучить возмущения в их движении. Например, исследовать смещения перигелия планет для выявления эффекта общей теории относительности. Радиомаяки на другой планете позволят зафиксировать нуль-пункт экваториальной системы небесных координат с точностью на 2 порядка большей, чем дают в настоящее время оптические наблюдения. Установленные на планете два и более радиомаяка помогут определить вариации скорости вращения планеты и движение ее полюсов!

Представляет интерес применение РСДБ для исследования системы Земля — Луна с целью улучшения измерений эфемеридного времени и орбиты Луны, а также для определения физической либрации Луны — периодической неравномерности ее вращения вокруг оси и периодического смещения лунного полюса. Это приводит к истинному покачиванию Луны по долготе и широте, которое на много порядков меньше, чем

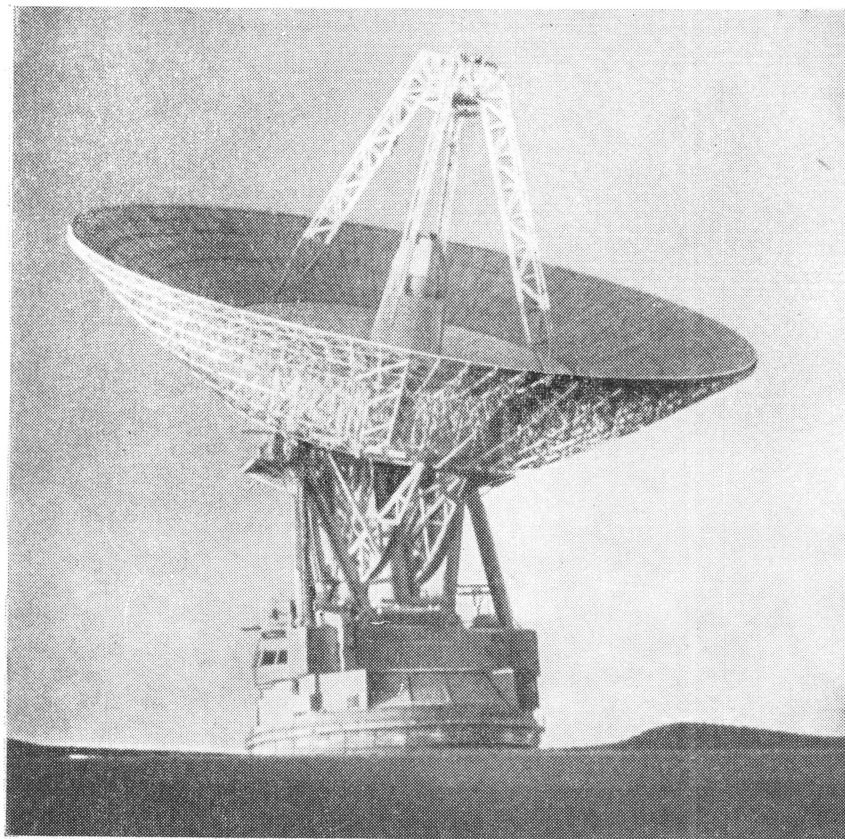


кажущееся с Земли покачивание за счет эксцентриситета ее орбиты. Физическая либрация связана с несферичностью поверхности Луны и, как полагают, зависит от упругости ее вещества. Отсюда вытекает важность изучения этого явления для физики Луны. Оптические методы дают величину либрации с точностью до 10 секунд дуги в селеноцентрических координатах. Лазерная локация Луны

позволяет определить поворот радиуса вектора Луны по отношению к Земле на 15 см, то есть на 0,02 секунды дуги. Методом РСДБ фиксируют поворот на 3—5 см, то есть на 0,005 секунды дуги. Однако в обоих случаях невозможно заметить истинные повороты менее 1 секунды (из-за неточности эфемерид Луны и неточности учета видимого поворота).



Антенны радиоинтерферометра с максимально возможной на Земле базой (слева направо): радиотелескоп Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, радиотелескопы в Оуэнс-Вэлли (США) и Тидбинбилле (Австралия). На этом радиоинтерферометре советские, американские и австралийские ученые получили угловое разрешение 10^{-4} секунды дуги



Так как метод РСДБ позволяет точно определить взаимное положение двух передатчиков на планете, например неподвижного радиомаяка и подвижного на самоходном аппарате, то его можно использовать в целях космической навигации и для картографирования планет. Местоположение самоходного аппарата может быть привязано к радиомаяку с точностью до нескольких десятков

сантиметров на Луне и с точностью до десятка метров на Марсе. Аналогичный эксперимент уже проводился на поверхности Луны экспедицией «Аполлон». Положение самоходной тележки с астронавтами определялось по отношению к лунному модулю с точностью до 1 м.

Поразительно, что все перечисленные выше возможности реализуются двумя, а лучше — тремя разнесенны-

ми по широте и долготе на большие расстояния радиотелескопами. Всего за сутки измерений определяются координаты десятков космических радиоисточников. Одновременно измеряются скорость вращения Земли, положение полюса, устанавливается ход Мирового времени и сличаются шкалы часов в трех региональных пунктах Единого времени. Те же измерения дают величины и направления хорд Земли между пунктами и сведения о взаимном перемещении мест установки радиотелескопов. Осуществляются точные измерения координат межпланетных станций и навигационных синхронных спутников в инерциальной системе координат. Кроме того, конечно, сами по себе важны для астрофизики наблюдения квазаров и галактик. Все указанные исследования могут проводиться в любое время суток и практически в любую погоду. Другое большое преимущество метода радиоинтерферометрии — возможность его совершенствования путем подключения новых радиотелескопов. Несомненно, что многие из открывающихся возможностей будут использованы в ближайшие 5—10 лет. Однако для этого совершенно необходимо строительство по крайней мере одного большого полноповоротного радиотелескопа диаметром 65—100 м и двух антенн диаметром 25—20 м, расположенных в различных, специально выбранных местах нашей страны на расстояниях 3—5 тыс. км друг от друга по широте и долготе.

Исследование комет важно не только для выяснения их природы и происхождения. В особенностях движения и свечения комет заключена информация о физических условиях в межпланетном пространстве и прошлом нашей Солнечной системы.

Кометы приходят к нам с далеких окраин Солнечной системы, и некоторые из них в перигелии своей орбиты бывают так близко к Солнцу, что почти «касаются» его. В своем путешествии к Солнцу комета претерпевает удивительную метаморфозу: вокруг ее ледяного ядра развивается протяженная атмосфера, комета увеличивает яркость, у нее появляется хвост, который тянется иногда на сотни миллионов километров. Вблизи Солнца кометные ядра не только испаряются. Известны случаи, когда они разрушались буквально на глазах наблюдателей.

Изменяются и орбиты комет, особенно короткопериодических. Некоторые кометы проходят около Земли лишь при немногих обращениях, а затем отбрасываются на орбиты, которые уводят их далеко от Солнца. Все эти изменения — развитие протяженных и разнообразных хвостов, распад ядра, переход с одной орбиты на другую — испытали две кометы, о которых рассказывается в публикуемых ниже статьях.



Кандидат физико-математических наук

К. И. ЧУРЮМОВ

В. А. ГОЛУБЕВ

Комета Уэста 1975n

КАК БЫЛА ОТКРЫТА КОМЕТА

Доктор Ричард Уэст заявил о себе как открыватель замечательных своими особенностями комет 15 октября 1974 года. На одной из пластинок, полученных с помощью 100-сантиметрового телескопа Шмидта Южной европейской обсерватории (Чили), он заметил недалеко от переменной звезды β Феникса слабую комету. Однако до 1975 года никто из астрономов так и не сумел отыскать эту комету по одному ее положению, определенному Уэстом. Казалось, новая комета попадет в список утерянных, так как ее орбита оставалась неизвестной.

Но вот в феврале 1975 года Л. Когоутек и Икемура независимо друг от друга обнаружили новую комету и получили несколько ее точных положений, что позволило вычислить элементы ее орбиты и эфемериду. Доктор Б. Марсден показал, что орбита новой короткопериодической кометы проходит через положение, указанное Уэстом 15 октября 1974 года. Поэтому объект называли кометой Уэста — Когоутека — Икемура 1975 b. К сожалению, комета не была видна в бинокляры или небольшие телескопы, ее наблюдали на мощных светосильных инструментах.

Прошло чуть больше года после того, как Уэст открыл свою первую комету, и 24 октября 1975 года он обнаружил с тем же инструментом и на той же обсерватории новую яркую комету. Ее открытие напоминает

■ *Комета Уэста 9 марта 1976 года. Г. М. Никольский сделал этот снимок на Высокогорной солнечной станции (пик Чегет, 3100 м)*

Комета Уэста поразила астрономов своей яркостью, многообразием форм хвостов и эффектным распадом ядра. Теперь вместо одной кометы по близким орбитам движутся четыре новые.

открытие «нашумевшей» недавно кометы Когоутека 1973f («Земля и Вселенная», № 4, 1974, стр. 44—51. — Ред.). И ту, и другую обнаружили задолго до прохождения перигелия: комету Когоутека за 9,5 месяцев, комету Уэста за 5 месяцев. Перигелийные расстояния у обеих комет невелики — у кометы Когоутека 0,14 а. е., у кометы Уэста 0,20 а. е., поэтому их яркости вблизи перигелия должны были резко возрасти.

Яркость большинства комет изменяется обратно пропорционально квадрату геоцентрического расстояния Δ и обратно пропорционально четвертой степени гелиоцентрического расстояния r . Зная видимую звездную величину кометы на известных Δ и r , можно вычислить ее звездную величину в перигелии:

$$m_q = H_0 + 5 \lg \Delta + 10 \lg q,$$

где H_0 — абсолютная звездная величина кометы, которую она имела бы, находясь в 1 а. е. от Солнца и Земли; q — расстояние в перигелии. Ожидалось, что блеск кометы Когоутека в перигелии достигнет $-3,3$, кометы Уэста $-0,3$ звездной величины.

Некоторые астрономы, предполагая более быстрое увеличение яркости с уменьшением гелиоцентрического расстояния, рассчитали, что блеск кометы Когоутека в перигелии может возрасти до -10 величины. Тогда, пройдя перигелий, она стала

бы самым ярким после Луны объектом вечернего неба. Однако прогноз не оправдался. И хотя комета Когоутека и ее длинный хвост хорошо были видны в южных и высокогорных районах, жители городов и сел в средних широтах с трудом отыскивали «комету века» на вечернем небе.

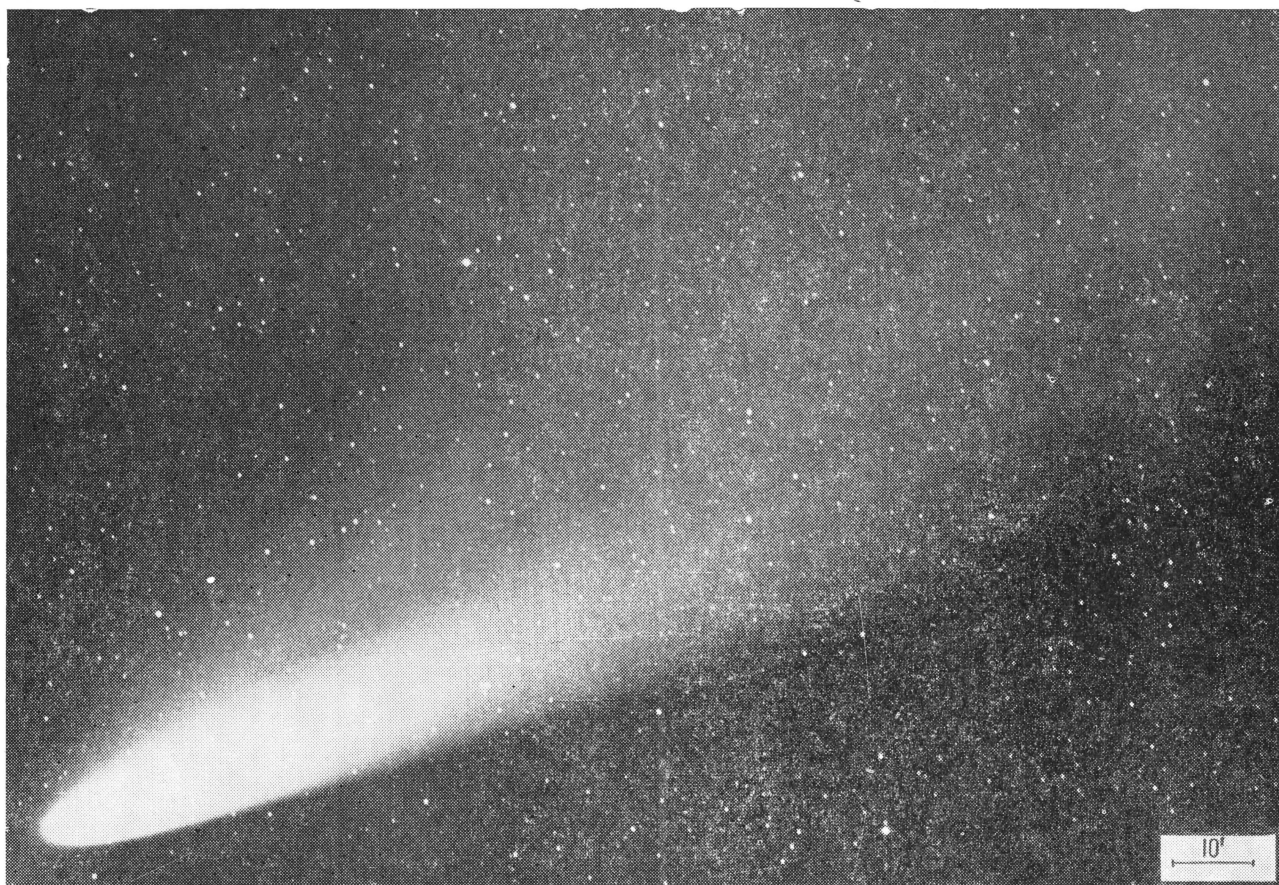
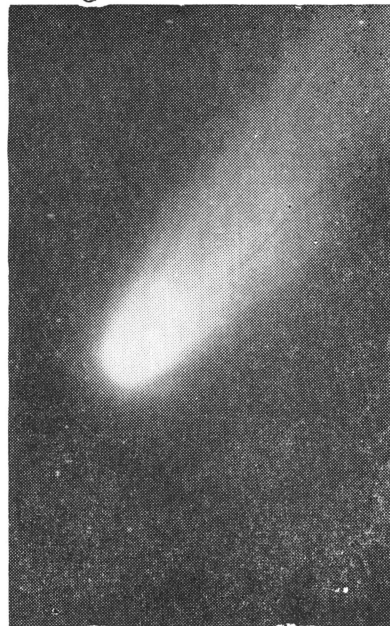
Напротив, прогноз яркости кометы Уэста в перигелии был довольно скромным. Но когда она подошла к перигелию, ее блеск оказался на 3—4 звездные величины выше, чем ожидалось. 25 февраля 1976 года, в день прохождения перигелия своей орбиты, комета была -3 звездной величины и наблюдалась вблизи Солнца за 10 минут до его захода.

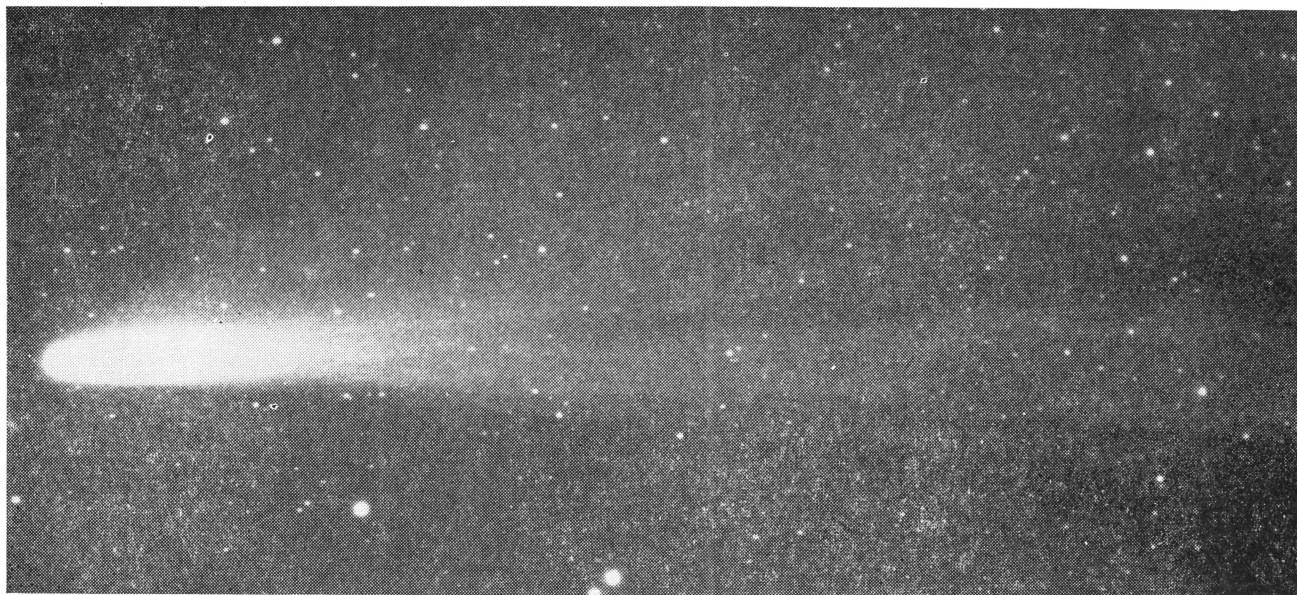
Как только комета Уэста прошла перигелий своей орбиты, ее сразу же обнаружили многие советские и зарубежные любители астрономии. Из разных городов и сел в Киев, в Группу по проблеме «Физика малых тел Солнечной системы» Астрономического совета АН СССР, стали поступать многочисленные телеграммы, письма о наблюдениях яркой кометы.

«СЛУЖБА» КОМЕТЫ УЭСТА

Одними из первых в СССР комету Уэста наблюдали В. А. Голубев и В. Д. Дьяконова — сотрудники Кометной группы Уссурийской солнечной станции в поселке Горнотаежном. В их журнале наблюдений приводятся описания различных активных изменений в голове и хвосте кометы Уэста:

«29 февраля 1976 года комета с широким, чуть изогнутым хвостом была видна на фоне утренней зари, интегральная звездная величина ко-



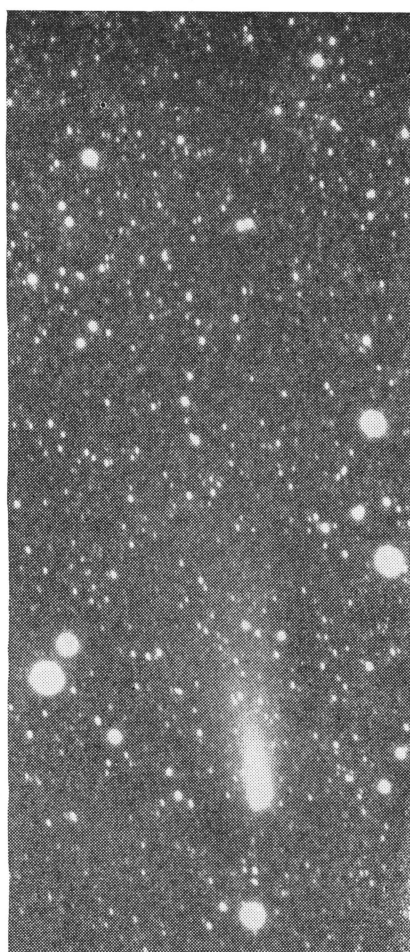
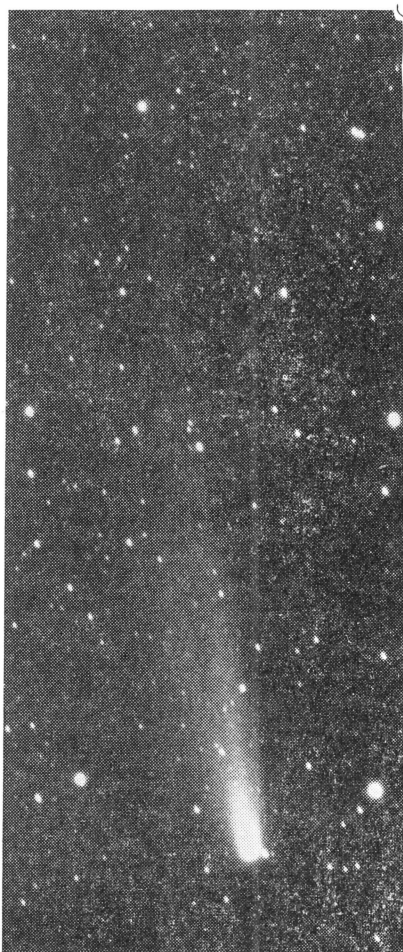


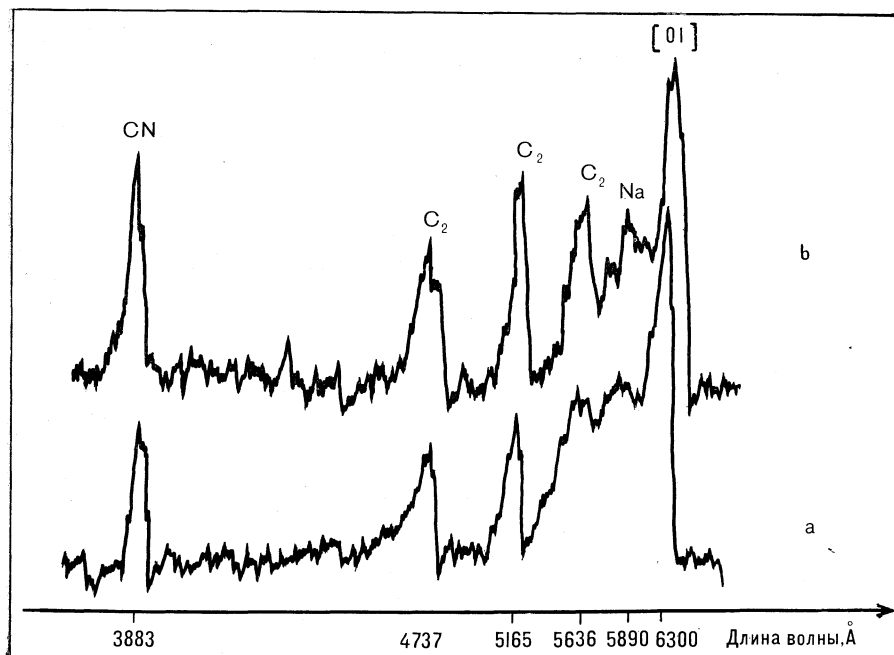
■
 Комета Уэста 5 марта 1976 года.
 Снимок сделан студентом из Братиславы (ЧССР) М. Дуйничем. Он снимал комету камерой «Тессар»

■
 Комета Уэста 11 марта 1976 года.
 Сотрудники Бюраканской астрофизической обсерватории А. Петросян и А. Амирханян сфотографировали комету на 2,6-метровом телескопе

■
 Комета Уэста 12 марта 1976 года.
 Фотография получена Д. А. Рожковским и Д. И. Городецким на 40-сантиметровой астрогеодезической камере Шмидта Института астрофизики АН КазССР

■ ■ ■
 Комета Уэста 13, 27 марта и 9 апреля 1976 года. В. А. Голубев и В. Д. Дьяконова сфотографировали комету короткофокусной астрокамерой Уссурийской солнечной станции





кислорода (длина волны 1304 Å), нейтрального углерода (1561 и 1657 Å) и в ультрафиолетовом участке кометного спектра — полосы окиси углерода. В спектре кометы Уэста зарегистрированы типичные для комет радикалы — CN, CH, C₂, C₃. 18 марта сотрудники обсерватории Гарвардского колледжа (США) наблюдали в спектре кометы эмиссию H_α и определили, насколько сдвинута эта линия к ультрафиолетовому краю относительно линии поглощения H_α. Величина сдвига соответствовала расширению водородного гало кометы со скоростью примерно 20 км/с. В то же самое время в спектре была замечена довольно сильная эмиссия нейтрального натрия. В спектре хвоста кометы Уэста (в 7' от ядра) зарегистрированы полосы H₂O⁺.

15 марта на Кометной обсерватории Киевского государственного университета К. И. Чурюмовым были получены щелевые спектрограммы кометы Уэста при ориентации щели спектрографа в двух взаимно перпендикулярных направлениях: вдоль и перпендикулярно продолженному радиусу-вектору (линии Солнце — комета). Это дает возможность построить для каждой кометной эмиссии (C₂, CN, Na, [OI]...) по два распределения поверхностной яркости в голове кометы, которые позволяют рассчитать ряд физических параметров кометной атмосферы: тепловые скорости, ускорения, температуры, время жизни кометных частиц. Используя данные фотометрии щелевых спектрограмм, удалось построить распределение монохроматической яркости в голове кометы в эмиссиях CN, C₂, Na и [OI], по которым затем были

меты 0^m, в голове просматривается оранжевая конденсация;

1 марта — у кометы широкий, чуть изогнутый хвост, из оранжевой конденсации в голове выходят два истечения, заметна «тень» от ядра в хвосте;

2 марта — истечения стали широкими и сблизились;

3 марта — хвост кривой и расходящийся; длина его около 20°;

4 марта — хвост чуть короче 18°;

5 марта — сквозь разрывы облаков заметно удлинение хвоста до 25°;

8 марта — хорошо заметно разделение хвостов на плазменный (прямой и узкий) и пылевой II типа длиной около 22°, интегральная звездная величина кометы 2^m...

Визуальные наблюдения кометы и ее фотографирование В. А. Голубев и В. Д. Дьяконова проводили в течение марта, апреля и мая.

Регистрограммы спектра кометы Уэста, полученные 15 марта 1976 года К. И. Чурюмовым на 50-сантиметровом телескопе Кометной обсерватории Киевского университета: а — щель спектрографа ориентирована перпендикулярно продолженному радиусу-вектору, б — вдоль радиуса-вектора кометы

Почти на всех обсерваториях Советского Союза астрономы фотографировали комету Уэста. Отличные снимки, показывающие активные изменения структуры хвостов и головы кометы, были получены в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР, в Институте астрофизики АН КазССР, на Высокогорной солнечной станции (пик Чегет), на Кометной обсерватории Киевского государственного университета в Лесниках, в Бюраканской астрофизической обсерватории АН АрмССР и других астрономических учреждениях.

Судя по фотографиям, между 7 и 10 марта 1976 года хвост кометы Уэста достиг максимальной длины и был равен почти 30°. Затем его длина стала постепенно уменьшаться. У кометы наблюдалось несколько хвостов: 7 марта 1976 года — четыре прямых и один изогнутый, 8 марта у нее осталось только четыре хвоста, 12 марта — три.

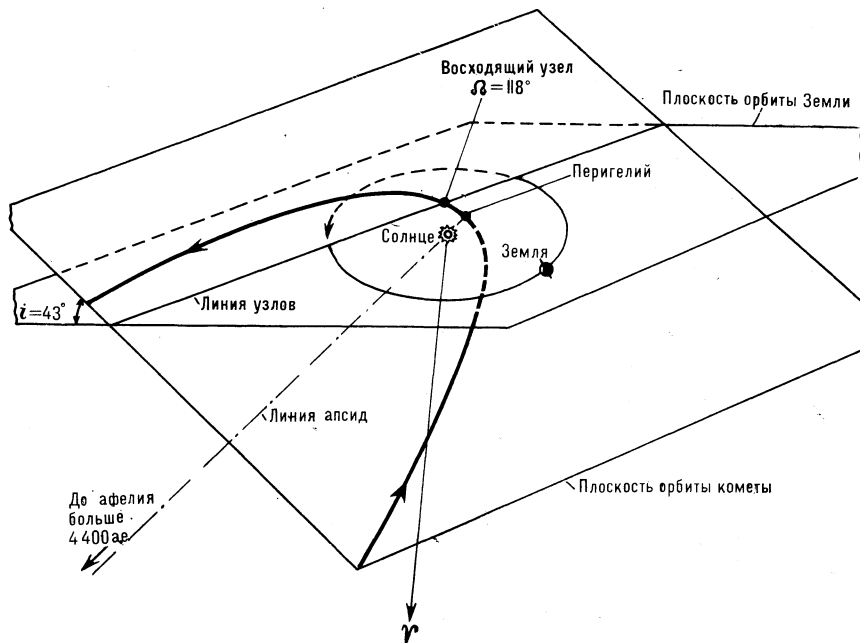
12, 13 и 14 марта американские радиоастрономы обнаружили в спектре кометы Уэста эмиссию гидроксиль на частоте 1667 МГц. 19, 20 и 21 марта яркость этой эмиссии возросла более чем в 2 раза. С борта ракеты «Аэробы», запущенной 5 марта, наблюдалось излучение нейтрального

рассчитаны физические характеристики кометного газа. Для примера приведем распределение тепловых скоростей молекул CN в голове кометы Уэста 15 марта. Вблизи ядра тепловые скорости максимальны, так как они определяются кинетической энергией распада родительских молекул в поле солнечной радиации. Затем в результате столкновения молекул их тепловые скорости начинают убывать с удалением от ядра и на расстоянии около $4 \cdot 10^4$ км скорости становятся постоянными, так как с этой границы начинается область свободномолекулярного течения частиц CN в межпланетное пространство. Аналогичные распределения тепловых скоростей были построены и для других кометных эмиссий C_2 , Na и [OI].

Физические условия в голове кометы характеризуют физическое состояние межпланетного газа в данной точке Солнечной системы при определенном уровне солнечной корпускулярной и фотонной активности. В этом проявляется значение комет как естественных индикаторов физических процессов, происходящих в межпланетной среде.

ОРБИТА КОМЕТЫ УЭСТА

Доктор Б. Марсден на основании сорока точечных положений кометы Уэста, полученных разными наблюдателями с 10 августа 1975 года по 22 марта 1976 года, вычислил следующие элементы орбиты, учитывая возмущения от всех девяти планет Солнечной системы: момент прохождения кометы через перигелий (25 февраля 1976 года), эксцентриситет



($e=0,999955$), перигелийное расстояние ($q=0,2$ а. е.), долготу перигелия ($\omega=358^\circ$), долготу восходящего узла ($\Omega=118^\circ$) и наклонение орбиты ($i=43^\circ$). Эти элементы относятся к первичному ядру кометы.

Вблизи перигелия комета Уэста двигалась по очень вытянутому эллипсу. Следовательно, период обращения кометы вокруг Солнца, определенный по третьему закону Кеплера, равен:

$$P = \frac{q^{3/2}}{(1 - e^{3/2})} = 289 \text{ тыс. лет.}$$

Удаляясь от перигелия, комета будет подвергаться планетным возмущениям и ее орбита станет еще более вытянутой, так что окончательный период обращения кометы Уэста достигнет значения порядка нескольких миллионов лет.

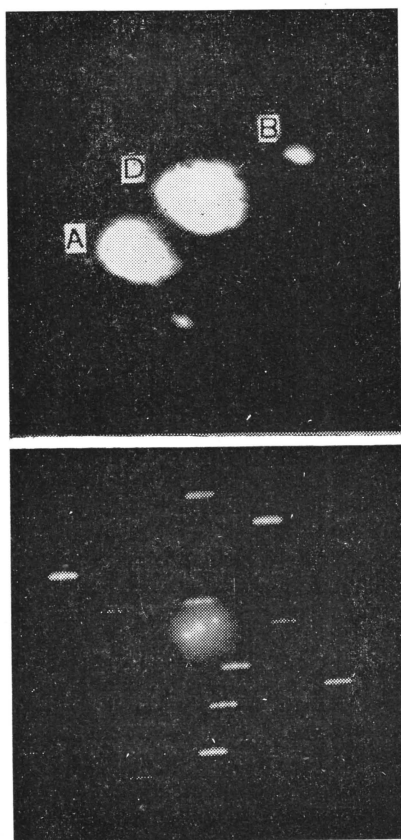
КОМЕТНАЯ КАТАСТРОФА

5 марта 1976 года Э. Гейер и М. Гофман, наблюдая комету Уэста в 36-сантиметровый рефрактор, обнаружили у нее вторичное ядро В. Оно находилось в $3''$ от главного ядра А. 12 марта у кометы уже было четыре ядра А, В, С и Д. Расчеты по-

казали, что разрушение ядра кометы Уэста началось за 11,5 суток до перигелия. 13 февраля в 15 часов (время Всемирное) ядро Д отделилось от А. 22 февраля в 12 часов от первичного ядра А отделилось ядро В. Процесс деления ядра продолжался и после прохождения кометой перигелия. 5 марта в 19 часов от ядра отделилось четвертое ядро С, которое наблюдалось на фотографиях до 28 марта. Большой интерес представляли вариации яркостей всех четырех ядер, которые отражали как внутреннюю активность каждого из вторичных ядер, так и, несомненно, были связаны с активными явлениями, происходившими в это время на Солнце.

Ядро С, когда оно отошло на заметное расстояние от А и было обнаружено наблюдателями, несколько дней превосходило по яркости ядра А, В и Д. Вблизи 18 марта все ядра имели примерно одинаковую яркость, после чего ядро С стало быстро ослабевать и 28 марта уже не на-

■ Орбита кометы Уэста 1975n в Солнечной системе



блюдались. Ядро В «вспыхнуло» 29 марта и стало в 2 раза ярче ядра А. Но в начале апреля ядро В резко ослабело. Между 1 и 3 апреля наиболее ярким было ядро D, но затем оно по своему блеску стало уступать первичному ядру А.

Известно всего 17 комет с делящимися ядрами, и самая знаменитая из них — короткопериодическая комета Биелы — родоначальница метеорного потока Андромедид (Биелид). Комета Биелы, впервые наблюдавшаяся в 1772 году, сначала ничем не выделялась среди других комет. Регулярно через 6,7 года она возвращалась к Солнцу. Но неожиданно в

середине января 1846 года на том месте, где всего несколько ночей назад была видна одна комета Биелы, наблюдатели обнаружили две, каждую со своей оболочкой и хвостом. Двойную комету в последний раз удалось наблюдать при ее следующем возвращении к Солнцу, в 1852 году. И только 27 января 1872 года метеорный дождь напомнил, что была когда-то комета Биелы, породившая вначале две кометы, а затем и метеорный дождь Биелид.

Активные процессы, ведущие к распаду ядер комет, еще недостаточно изучены. Расшифровка этого механизма даст нам возможность лучше понять природу и особенности строения кометных ядер.

Ядро кометы Уэста, вероятнее всего, разрушилось вследствие довольно тесного сближения кометы с Солнцем под действием приливных сил или в результате особенно мощных в перигелии процессов испарения ледяного ядра. Аналогичные причины, по-видимому, вызвали разрушение родоначальницы семейства комет Крейца, катастрофический развал ее гигантского ядра, а позднее — и деление его обломков — кометы 1882 II и кометы Икея — Секи (1965 VIII), которые почти «коснулись» в своем перигелии поверхности Солнца — прошли всего в нескольких ста тысячах километрах от солнечной поверхности.

Большая часть других комет разрушалась под действием не приливных сил. К их числу относятся комета Биелы (1852 III), Копфа (1964 III), Виртанена (1961 IV). Можно предположить, что причина деления кометных ядер заложена в самой их природе и в особенностях их внутреннего

строения, а приливной механизм следует рассматривать как «спусковой». Кроме указанных механизмов к распаду кометных ядер может приводить динамическая неустойчивость ядер (вращательная неустойчивость), а также столкновение ядер комет с другими небесными телами — метеоритами, метеорными роями, астероидами. Последняя возможность является крайне маловероятной.

По скорости расхождения вторичных ядер кометы (эти скорости редко отклоняются от 15 м/с) можно оценить массу распавшегося ядра, если предположить, что скорость продуктов деления ядра равна скорости их убегания. Для плотности 1 г/см^3 и среднего радиуса 10 км получим среднюю массу ядра, распадающегося на вторичные, $4 \cdot 10^{18}$ г. Эта величина несколько выше той, что дают другие методы.

Интересно отметить, что комета Уэста 1975 n — четвертая комета в нашем столетии, видимая невооруженным глазом вблизи Солнца (1910 I, 1927 IX, 1965 IV). Катастрофический развал ядра не пройдет для кометы Уэста бесследно. При последующем возвращении к Солнцу через многие сотни тысяч лет комета Уэста, а вернее, ее фрагменты А, В и D не будут выглядеть столь эффектно, как в 1976 году.

Исследование активных процессов, происходивших в комете Уэста, и, особенно, тщательный анализ катастрофического развала ее ядра позволяет решить ряд важных проблем физики малых тел Солнечной системы.

■ ■ ■
Вторичные ядра кометы Уэста — А, D и В. Снимки получены К. И. Чуриковым на Китабской широтной станции имени Улугбека с помощью двойного 40-сантиметрового астрографа 9 и 10 мая 1976 года



Кандидат физико-математических наук
Н. С. ЧЕРНЫХ

Комета Смирновой-Черных 1975е

АСТЕРОИД ИЛИ КОМЕТА?

Открытие кометы — событие почти всегда случайное. В наше время их чаще всего обнаруживают фотографическим путем во время наблюдений, которые никак не связаны с поисками комет, а преследуют совсем иные цели, например, определение положений и собственных движений звезд, исследование переменных звезд, астероидов. Открытие новой кометы в этом случае служит наградой за терпение и настойчивость при выполнении такой кропотливой и трудоемкой работы, как просмотр пластинок с многими тысячами звездных изображений.

Комета 1975е была обнаружена во время фотографических наблюдений малых планет, которые ведутся в Крымской астрофизической обсерватории на двойном 40-сантиметровом астрографе. Начатая более десяти лет тому назад, эта работа выполняется совместно сотрудниками двух учреждений — Института теоретической астрономии АН СССР и Крымской астрофизической обсерватории АН СССР.

4 марта 1975 года сотрудник Института теоретической астрономии Т. М. Смирнова получила снимок участка неба в созвездии Льва (координаты центра снимка: $\alpha = 9^h 10^m$, $\delta = +21^\circ$). В этой области должна была находиться малая планета 1329 Элиана, движение которой, судя по январским наблюдениям Т. М. Смирновой, отклонялось от эфемериды на целый десяток градусов. Область неба с малой планетой 1329 фотографировалась также 14 марта, а затем

В марте 1975 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР была открыта новая комета. О госте из Космоса рассказывает один из первооткрывателей кометы.



16 марта, но при очень плохой прозрачности неба.

Когда негативы были просмотрены, на них кроме семи уже известных малых планет оказалось еще одно изображение астероидного типа. Его не удалось отождествить ни с одним из астероидов, перечисленных в ежегоднике «Эфемериды малых планет», и «лишний» объект был обозначен как очередной нумерованный астероид. Блеск его равнялся примерно 15—15,5 звездной величины, а движение было таким же, как у других малых планет в этой части неба. Едва заметное изображение было найдено и на паре пластинок, снятых 16 марта.

Как обычно, серия снимков просматривалась потом еще несколько

раз. И тут было замечено, что изображение новой малой планеты кажется чуть более размытым по сравнению с остальными. Может быть, это вовсе не астероид, а комета? Однако диффузное изображение на снимках имеют иногда и слабые малые планеты. За годы ведения службы малых планет мы не раз в этом убеждались. К тому же объект находился недалеко от края пластинки, где вообще все изображения получаются менее четкими, так что нельзя было сказать, на самом ли деле заподозренный объект имеет диффузную структуру или размытость его изображения вызвана аберрациями телескопа. Положить конец сомнениям могли только новые наблюдения.

После вынужденного перерыва, связанного с полнолунием, 30 марта 1975 года выдался первый безлунный ясный вечер и нам удалось сделать новые снимки исследуемой области неба. Для наблюдений мы выбрали пластинки Kodak 103 а-О — самые высокочувствительные из имевшихся у нас. С часовой экспозицией на них можно было рассчитывать получить звезды до 18-й величины.

На следующий день пластинки были проявлены и высушены. Начались кропотливые поиски. Некоторое время спустя разыскиваемый объект был обнаружен, и тогда стало очевидно, что это действительно комета. На паре снимков, сделанных одновременно двумя камерами астрографа, отчетливо были видны диффузная кома поперечником 15'' и след ядра в виде короткой резкой черточки. При гидировании телескопа мы ориентировались на скорость движения астероидов, поэтому изображение коме-

■ ■
Тамара Михайловна Смирнова и Николай Степанович Черных, открывшие комету 1975е

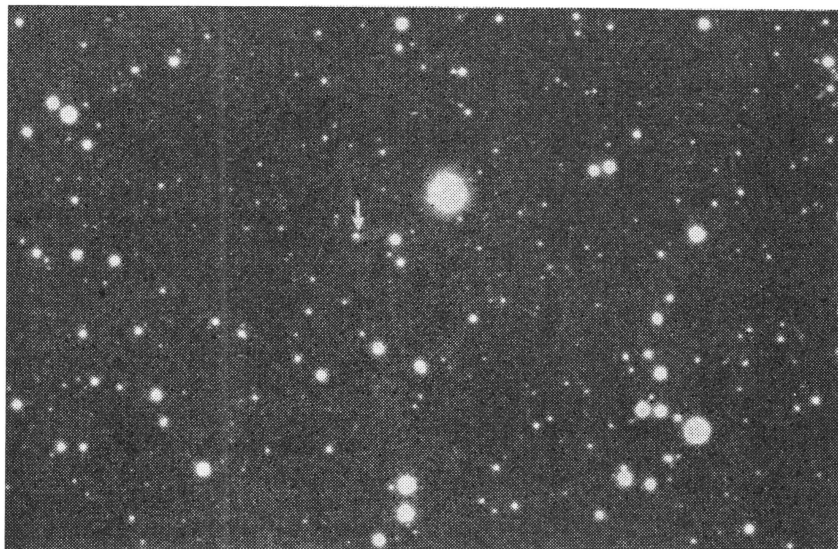
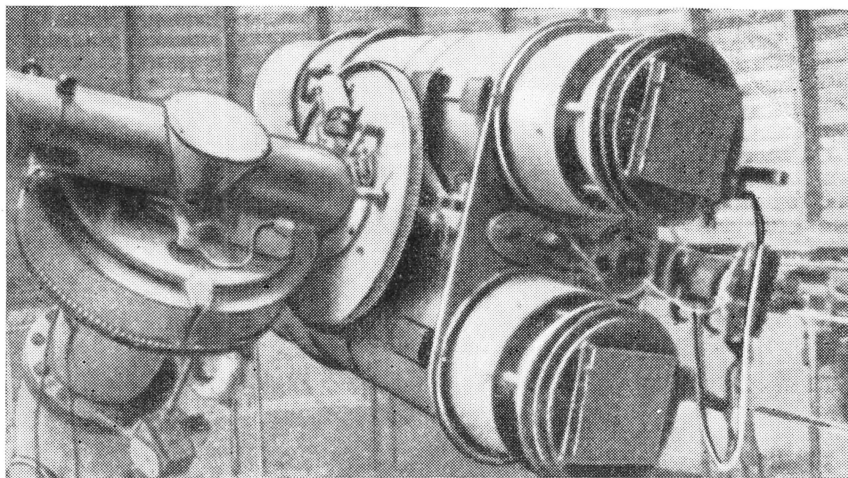
ты получилось немного растянутым, впрочем, это позволило легче найти его среди звезд.

К моменту, когда мы рассматривали кометное изображение на снимке от 30 марта, мы успели просмотреть эфемериды и поэтому знали, что имеем дело с новой кометой. Оставалось только неясным: мы ее открыватели или кто-то обнаружил ее раньше нас? Ведь нам и прежде случалось находить на своих снимках кометы, однако все они оказывались уже открытыми до нас или давно известными короткопериодическими кометами.

1 апреля 1975 года мы сообщили о своих наблюдениях в Институт теоретической астрономии, затем в Киев, в Группу по физике малых тел Солнечной системы, где собрана самая полная информация по кометам. Выяснилось, что комету, которую мы нашли, кроме нас, еще никто не наблюдал. О наших наблюдениях тут же было извещено Всесоюзное бюро астрономических сообщений при Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга, а оттуда была послана телеграмма в США, в Центральное бюро астрономических сообщений. Вскоре из телеграммы директора Центрального бюро доктора Б. Марсдена мы узнали, что наши наблюдения зарегистрированы как открытие новой кометы. Она получила название кометы Смирновой — Черных и обозначение 1975е.

ОРБИТА КОМЕТЫ

Теперь были необходимы продолжительные и многочисленные наблюдения, чтобы обеспечить в дальней-



Двойной 40-сантиметровый астрограф Крымской астрофизической обсерватории АН СССР

Комета Смирновой — Черных 6 апреля (вверху) и 10 мая 1975 года. Комета указана стрелкой. Автор статьи получил эти снимки на двойном 40-сантиметровом астрографе



шем надежное определение орбиты новой кометы. Мы старались не упустить комету и следили за ней каждый вечер. На редкость хорошая погода, установившаяся в Крыму в марте — апреле 1975 года, благоприятствовала наблюдениям.

Движение кометы на фоне звезд между тем все больше замедлялось. Описывая петлю, она подошла к точке стояния и теперь за сутки успевала сдвинуться лишь на одну-две минуты дуги. На протяжении всего апреля комета находилась на границе созвездий Льва и Рака — в треугольнике, образованном звездами λ и κ Льва и ξ Рака.

Особенности видимого движения кометы свидетельствовали о том, что она располагается на расстоянии 2—3 а. е. от Земли, в пределах пояса астероидов, и, вероятно, относится к числу короткопериодических.

На снимках комета по-прежнему выглядела как очень маленькая (диаметр 15—20'') туманность с резким ядром. По временам кома удлинялась в западном и юго-западном направлении до 1'. Общий блеск кометы постепенно ослабевал: в начале марта она была примерно 15—15,5 звездной величины, в апреле — от 15,5 до 16-й, в мае — от 16-й до 16,5.

После того как сообщение об открытии кометы 1975е появилось в печати, ее стали наблюдать и на других обсерваториях — в Японии и США. 17 апреля Э. Рёмер на обсерватории Китт Пик оценила блеск ядра около 18-й звездной величины и отметила веерообразный вид кометы. Последний раз нам удалось сфотографировать комету 15 мая. Попытка

продолжить наблюдения в следующий безлунный период, наступивший в начале июня, оказалась безуспешной: к этому времени условия видимости кометы сильно ухудшились.

Определением орбиты новой кометы занялась Г. Р. Кастель — научный сотрудник Института теоретической астрономии. Задача оказалась непростой, так как за первый месяц комета прошла на небе всего лишь около 2°. Если для расчета предварительной параболической орбиты рядовой кометы вполне достаточно бывает трех-семидневной дуги наблюдений, то для этой кометы, имеющей очень медленное движение, даже месячный интервал наблюдений слишком короток.

Первая достаточно надежная орбита кометы 1975е была получена Г. Р. Кастель на основе наблюдений, выполненных в Крымской астрофизической обсерватории с 4 марта по 11 апреля. Примерно полгода спустя Б. Марсден, обработав все наблюдения кометы за 1975 год, получил более точную систему элементов. Она оказалась в хорошем согласии с предварительной системой Г. Р. Кастель.

Новая комета движется по близкому к окружности эллипсу, лежащему между орбитами Марса и Юпитера. Расстояние кометы от Солнца меняется при этом от 3,6 а. е. в перигелии до 4,8 а. е. в афелии. Период обращения кометы составляет 8,5 года. Направление ее движения прямое, как у планет и астероидов. Одна из особенностей кометной орбиты — необычно малая величина эксцентриситета (0,14). До сих пор были известны лишь две кометы с таким ре-

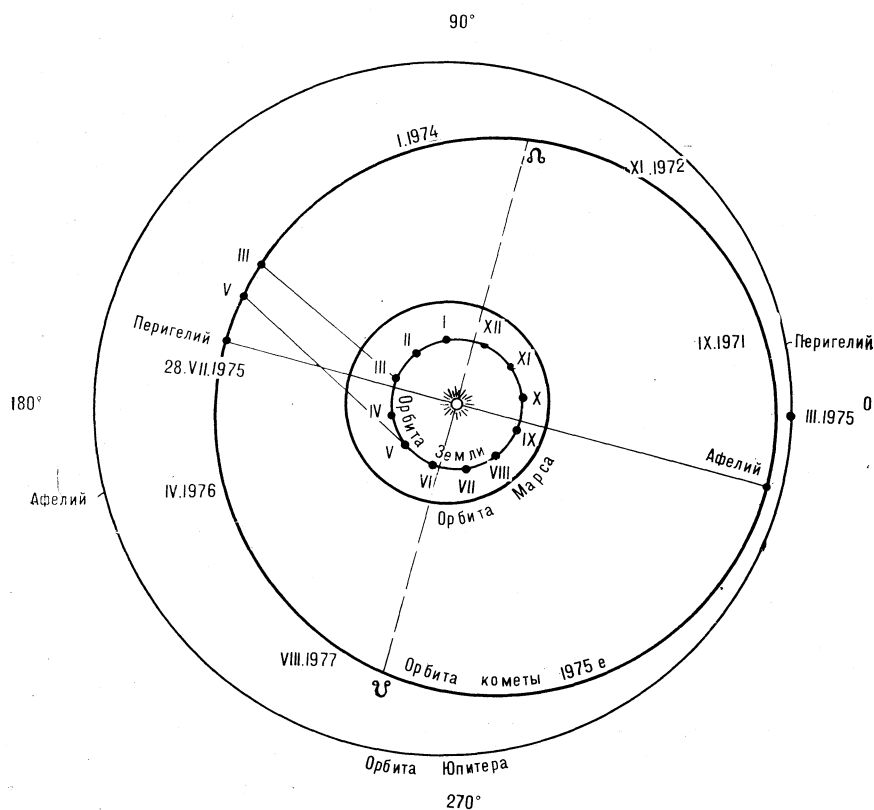
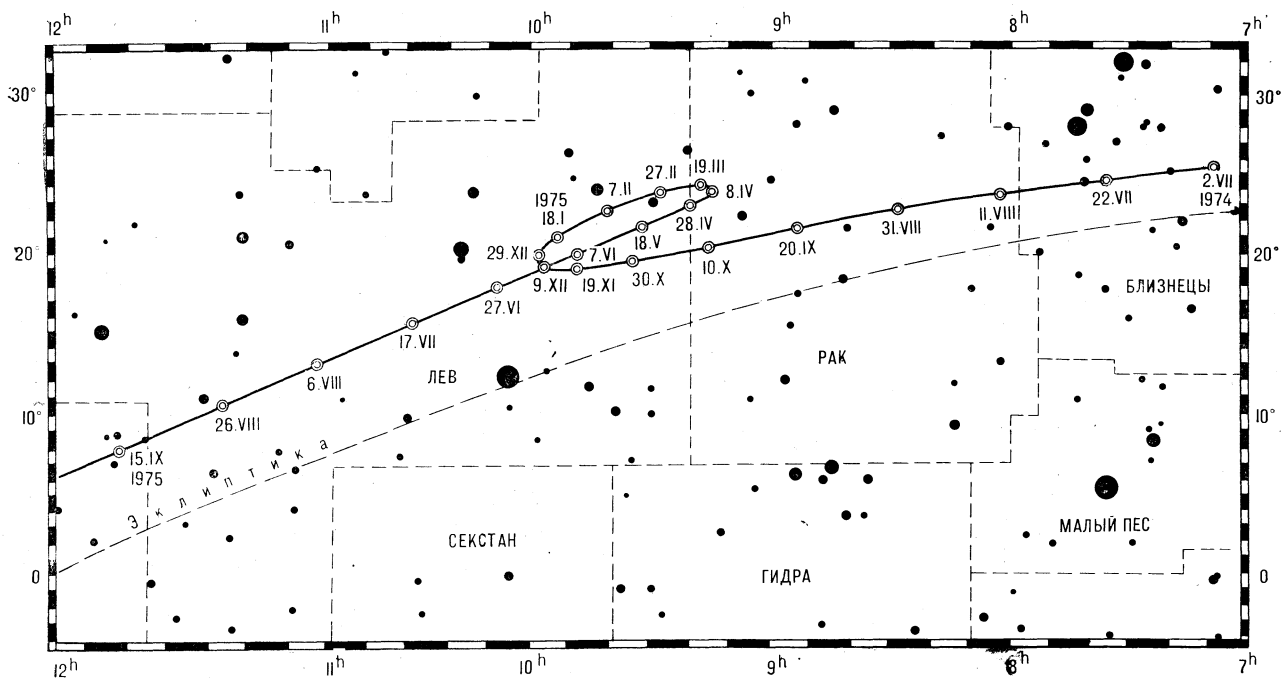
кордно малым эксцентриситетом: знаменитая комета Швассмана — Вахмана 1 и Отерма 3.

Для земного наблюдателя наилучшие условия видимости кометы наступают около момента ее противостояния (оппозиции). В это время комета находится в части неба, диаметрально противоположной Солнцу, и остается над горизонтом на протяжении всей ночи. Особенно благоприятствовала наблюдениям весна 1975 года: во время оппозиции комета 1975е подходила к перигелию и была в максимуме блеска.

Наименее благоприятны условия для наблюдения кометы в афелийных оппозициях. Геоцентрическое и гелиоцентрическое расстояния кометы здесь на целую астрономическую единицу больше, чем в перигелии. Однако блеск кометы в афелии должен быть, по-видимому, все же не слабее 18—19-й величины, так что она будет вполне доступна крупным телескопам. Комета 1975е относится к очень немногочисленным короткопериодическим кометам, которые, подобно астероидам, могут наблюдаться ежегодно, при каждой оппозиции. Ее синодический период, то есть промежуток между последовательными оппозициями, составляет 13—14 месяцев.

КОМЕТЫ МЕНЯЮТСЯ ОРБИТАМИ

Особенности движения кометы Смирновой — Черных на протяжении длительного времени исследовал научный сотрудник Института теоретической астрономии Н. А. Беляев. Он проинтегрировал на БЭСМ-4 уравнения движения кометы от момента ее

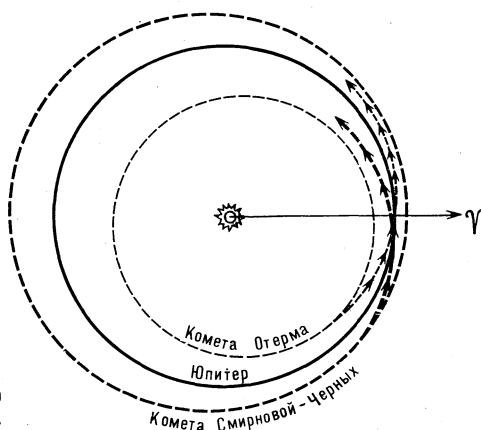


открытия вперед и назад на несколько десятилетий, при этом учитывал возмущающее влияние всех планет Солнечной системы. И оказалось, что комета 1975 е лишь недавно приобрела ту орбиту, на которой мы ее сейчас наблюдаем. Раньше комета двигалась по орбите, имевшей мало общего с современной, — ее большая полуось равнялась 6,5 а. е., а период — 16,5 года. На столь далеких расстояниях комета была чрезвычайно слабой и потому оставалась неизвестной.

Ситуация резко изменилась в 1963 году, когда комета около перигелия близко подошла к Юпитеру. Орбиты двух тел разделяло лишь около 0,5 а. е., и встреча кометы с Юпитером рано или поздно должна была состояться. Приблизившись к Юпи-

Видимый путь кометы Смирновой — Черных среди звезд в 1974—1975 годах

Орбита кометы Смирновой — Черных в Солнечной системе. Отмечены положение Земли на орбите в разные месяцы года и положение кометы в нескольких оппозициях



теру на такое расстояние, комета оказалась в цепях тяготения планеты-гиганта. «Плен» был продолжительным: в течение 2,5 лет комета оставалась в пределах 0,5 а. е. от Юпитера. В результате колоссальных возмущений движение кометы ускорилось, она свернула со своего прежнего пути и перешла на более короткую орбиту. Период ее обращения уменьшился вдвое, а координаты перигелия и афелия изменились на 180° , то есть ориентация эллипса в пространстве изменилась на обратную.

В 1967 году комета первый раз прошла через перигелий новой орбиты. Она успела сделать еще один оборот вокруг Солнца, прежде чем была обнаружена на пластинках крымского астрографа.

Современная орбита кометы неустойчива. Юпитер, перебросив комету с одной орбиты на другую, продолжает вмешиваться в ее движение вокруг Солнца. Комета движется в резонанс с Юпитером: продолжительность семи периодов ее обращения в точности равна пяти периодам обращения Юпитера. Это обстоятельство имеет исключительно важное значение для дальнейшей судьбы кометы. По истечении времени, кратного обоим периодам, комета и Юпитер вновь придут одновременно к месту прежней встречи.

Вычисления показали, что такое событие произойдет в 2022 году, причем кратчайшее расстояние между телами составит всего 0,2 а. е. Под возмущающим влиянием Юпитера большая полуось кометной орбиты увеличится до 6,1 а. е., а период возрастет до 15,1 года. Комета снова уйдет за пределы орбиты Юпитера.

При этом блеск ее ослабеет на несколько величин и она станет недоступной для наземных наблюдений.

Аналогичный случай произошел сравнительно недавно с кометой Отерма, причем события развертывались буквально на глазах у астрономов. Приблизившись в 1963 году к Юпитеру, комета Отерма, которая имела до этого орбиту с периодом около восьми лет, оказалась отброшенной на более далекую орбиту.

Комета Смирновой — Черных удивительно напоминает комету Отерма. Обе они примерно одинаковой яркости, а сходство их орбит заметно при первом взгляде. У нас вначале даже возникло подозрение, не наблюдаем ли мы комету Отерма? Обе кометы «соседствуют» с Юпитером, что приводит к неизбежным встречам с ним. Еще более поразительно то, что последний раз такое событие произошло одновременно с обеими кометами. В 1963 году с Юпитером сблизились в один и тот же момент и комета Отерма, и комета Смирновой — Черных. Подойдя к Юпитеру с противоположных сторон (одна изнутри, а другая снаружи), кометы встретились в его окрестностях. Когда они разошлись, то оказалось, что они как бы обменялись орбитами: комета Отерма ушла за пределы орбиты Юпитера, а на смену ей пришла комета Смирновой — Черных.

Встреча двух комет в окрестностях Юпитера в 1963 году. Кометы меняются местами

Совершив урочное число оборотов в пространстве между Марсом и Юпитером, комета 1975е разделит судьбу кометы Отерма. Интересно, что и на далекой орбите движение кометы Смирновой — Черных будет происходить в резонанс с Юпитером, только уже в другом отношении: 11 оборотов кометы равны 14 оборотам Юпитера. Значит, у нее имеется шанс когда-то, в далеком будущем встретиться снова с Юпитером и опять вернуться в зону видимости, если только она к тому времени... не рассеется в пространстве.

Комета Смирновой — Черных — третья по счету короткопериодическая комета в истории кометных появлений и еще один член кометного семейства Юпитера. Несколько слов о ее физических характеристиках. Абсолютная звездная величина кометы около $7,5^m$. Таким был бы ее блеск, если бы она находилась на расстоянии 1 а. е. от Земли и от Солнца. По данному признаку комета 1975е должна считаться достаточно крупной среди других, недавно открытых короткопериодических комет. Ядро кометы, если исходить из фотометрических оценок, должно иметь диаметр от 10 до 20 км. Видимый с Земли диаметр газово-пылевой оболочки кометы (комы) около 50 тыс. км. Хвост, отмеченный на некоторых снимках, тянулся на 100—200 тыс. км.

Ничем внешне не примечательная, слабая телескопическая комета Смирновой — Черных благодаря особенностям своего движения оказывается чрезвычайно интересным объектом. Детальные ее исследования дадут ценный материал для решения проблемы эволюции кометных орбит.



Кандидат физико-математических
наук
П. Р. АМНУЭЛЬ

Что происходит в ТДС?

ЗВЕЗДЫ «МЕНЯЮТСЯ РОЛЯМИ»

Около половины звезд в Галактике — двойные. А тесные двойные, где расстояния между звездами меньше радиуса земной орбиты, составляют примерно пятую часть всех двойных систем.

В 1928 году выдающийся советский астроном Г. А. Шайн обнаружил, что если звезда главной последовательности и субгигант объединены в пару, то субгигант обладает меньшей массой, чем звезда главной последовательности. Странность этого факта поняли только впоследствии, когда была создана теория звездной эволюции. Стадия субгиганта — более поздняя ступень эволюции звезды, чем главная последовательность. А теория утверждает, что чем звезда массивнее, тем она быстрее эволюционирует. Поскольку звезды в двойной системе образовались одновременно, то, казалось бы, более старая звезда — субгигант — должна быть и массивнее. На деле же наблюдается обратное. В 1950 году известный советский астроном П. П. Паренаго показал, что почти в 80% ТДС один из компонентов — именно звезда-субгигант малой массы.

Этот наблюдательный факт объяснить невозможно, если каждая из звезд системы эволюционирует самостоятельно, не реагируя на присутствие второй звезды. Оставалось принять, что один из компонентов воздействует на звезду-соседку, заставляя ее менять свои характеристики. В объяснении феномена субгиганта помогло следующее открытие. Оказалось, что субгиганты в ТДС имеют размеры, равные критическо-

ТДС — тесные двойные системы звезд. Близость компонентов друг к другу позволяет им обмениваться массой. Но не все вещество, которое стекает с одной звезды, попадает на другую. Большая часть этого вещества покидает систему.

му радиусу Роша. (Напомним, что в двойной системе каждая из звезд находится внутри так называемой поверхности Роша. Поверхности эти соприкасаются в одной точке — внутренней точке Лагранжа. За пределами поверхности Роша действует уже поле тяжести звезды-соседки.) Так два наблюдательных факта привели к рождению очень важной идеи. Появилась она впервые в 1955 году в работе американского астрофизика Д. Кроуфорда. Вот в чем ее суть.

Если обе звезды в ТДС находятся на главной последовательности, то в центре более массивной раньше выгорит водород и образуется сжимающееся гелиевое ядро. Водородная оболочка такой звезды разогревается теплом, исходящим от ядра, и разбухает. Радиус звезды растет — она превращается в субгиганта. Субгигант заполняет свою полость Роша, и тогда вещество его оболочки начинает перетекать ко второй звезде («Земля и Вселенная», № 5, 1972, стр. 22—26.— Ред.). Субгигант может полностью лишиться оболочки, а она составляет значительную долю его массы. Естественно, что в этом случае он становится менее массивным, а вторая звезда увеличивает свою массу за счет падающего на ее поверхность богатого водородом веще-

ства оболочки субгиганта. Так и возникает странное на первый взгляд отношение масс у звезд в ТДС: субгигант обладает меньшей массой, чем звезда главной последовательности.

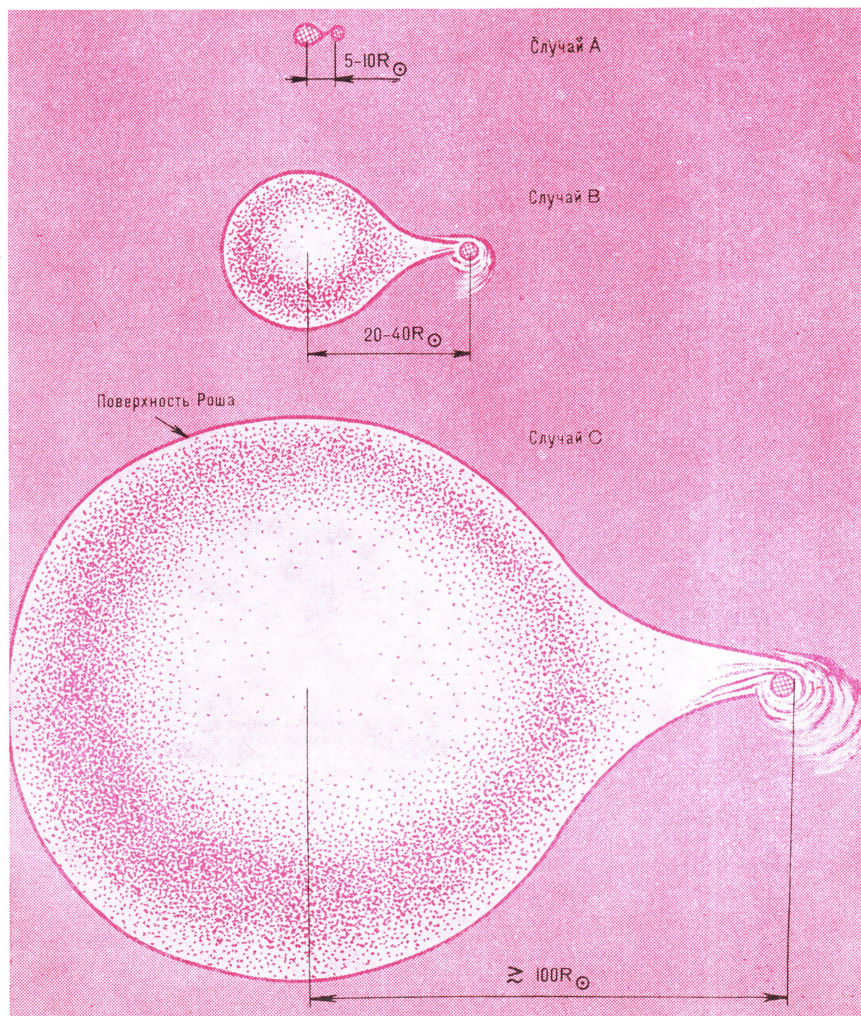
Со временем, когда субгигант лишится всей своей оболочки, звезды могут поменяться ролями. Вторая звезда в свою очередь закончит эволюцию на главной последовательности и станет субгигантом. Теперь захваченное ею вещество начинает течь в обратном направлении... Гипотеза Д. Кроуфорда так и была названа гипотезой «перемены ролей». Она изящно объясняла существование в ТДС маломассивных субгигантов.

Эволюция с сохранением полной массы системы (когда все вещество, которое теряется первой звездой, перетекает на вторую) в общих чертах подтверждалась наблюдениями и прежде всего — большим количеством субгигантов в ТДС.

В основе гипотезы «перемены ролей» лежали наблюдательные факты, и это придавало ей весомость. Но требовалось ее теоретическое обоснование. Расчеты звездных моделей очень трудны даже в тех случаях, когда звезда устойчива и не теряет вещество. А для обоснования гипотезы «перемены ролей» нужно было рассчитать модели, в которых звезда теряла бы по крайней мере половину своей массы.

ГИПОТЕЗА СТАНОВИТСЯ ТЕОРИЕЙ

Во второй половине 60-х годов, когда астрофизики-теоретики начали повсеместно применять быстродействующие ЭВМ, появились многочисленные работы, посвященные эво-



Три случая эволюции тесной двойной системы, рассмотренные Р. Киппенханом и А. Вайгертом. Случай А: в очень тесной системе обмен массой между компонентами начинается, когда обе звезды еще находятся на главной последовательно-

сти. Случай В: звезда, теряющая массу, достигла стадии красного гиганта; второй компонент находится на главной последовательности. Случай С: сверхгигант, заполнивший свою полость Роша, интенсивно теряет вещество; второй компонент системы — звезда главной последовательности

люции ТДС. Одними из первых выполнили такую работу немецкие теоретики Р. Киппенхан и А. Вайгерт. Именно они предложили различать в эволюции ТДС три случая.

Случай А. Обе звезды в ТДС находятся еще на главной последовательности, но расстояние между ними небольшое. Достаточно одной из звезд незначительно расшириться, как она уже заполнит полость Роша. Расчет случая А наиболее прост, потому что здесь используются обычные звездные модели с водородным ядром и неоднородной оболочкой.

Случай В. Перетекание вещества начинается после того, как горение водорода в центре одной из звезд прекратится и она станет субгигантом. В такой звезде водород горит в тонком слое между гелиевым ядром и водородной оболочкой. Именно на этой стадии звезда расширяется и заполняет полость Роша. Рассчитать случай В очень важно, ведь большинство ТДС — это системы с субгигантами.

Случай С — самый сложный. Компоненты удалены друг от друга на довольно значительное расстояние, порядка радиуса орбиты Земли. Чтобы одна из звезд такой пары могла заполнить свою полость Роша, она должна расшириться в сотни раз. Это происходит на заключительных этапах эволюции — в стадии сверхгиганта. Сейчас нет сколько-нибудь надежных моделей сверхгигантов, поэтому и случай С эволюции ТДС практически не исследован.

Вначале внимание теоретиков было обращено к случаю А из-за его большей простоты. Р. Киппенхан и

А. Вайгерт рассчитали модель, в которой масса одного компонента 9, а второго — 5 солнечных. Перенос вещества в такой двойной системе продолжается 20 млн. лет, и когда он завершается, звезда, которая вначале была более массивной, имеет массу всего 3,02 солнечной. В первые тысячелетия после того, как заполняется полость Роша, вещество течет очень интенсивно — каждый год звезда теряет до 10^{-4} солнечной массы! Но через 60 тыс. лет скорость истечения резко падает. Процесс прекращается совсем, когда «похудевшая» звезда сжимается, погружаясь в свою полость Роша.

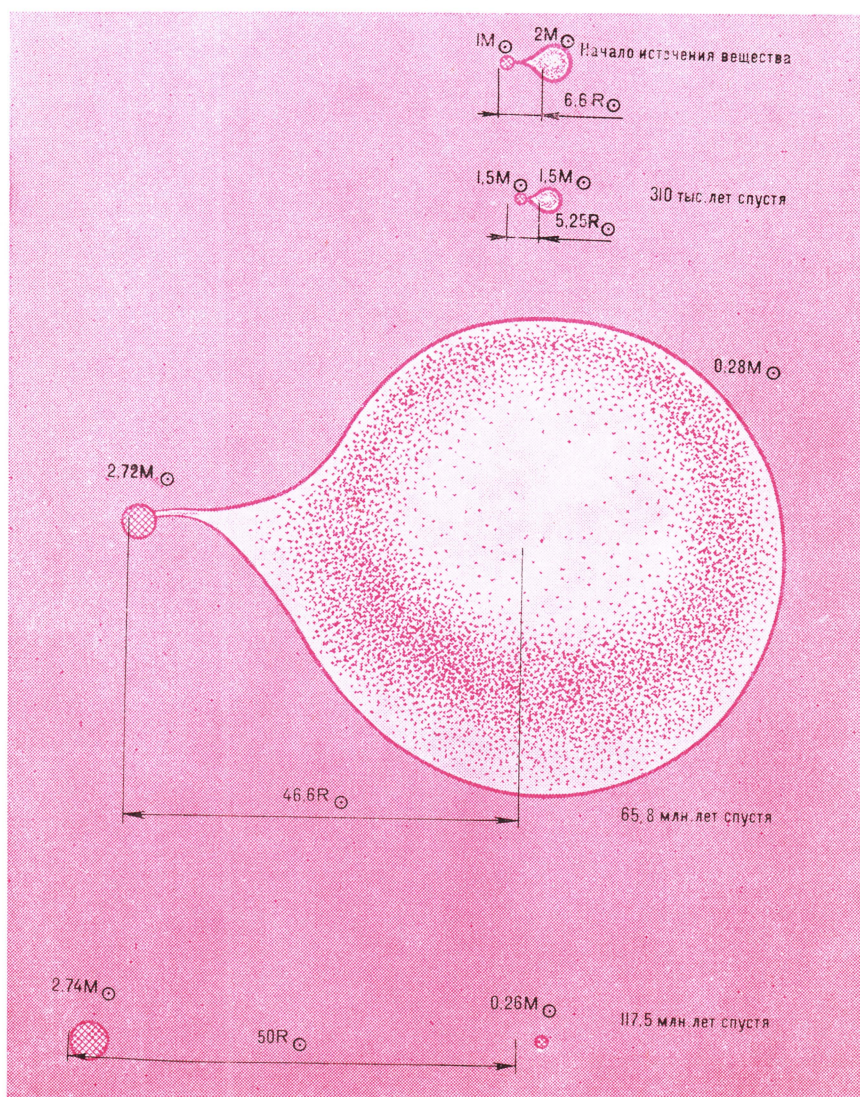
А что происходит со второй звездой? В модели Р. Киппенхана и А. Вайгерта вещество, которое теряется массивной звездой, достигает второго компонента, увеличивая его массу. Когда истечение прекращается, вторая звезда обладает массой 10,98 солнечной.

Однако так ли уж важно, попадает ли на вторую звезду вещество? Оказывается, от того, куда течет вещество, зависит изменение параметров двойной системы — расстояние между звездами, периоды обращения, массы компонентов и, значит, время их эволюции. Ведь размеры полости Роша определяются отношением масс компонентов. Если вещество полностью перетекает на вторую звезду, то отношение масс падает быстро. Если вещество покидает систему, отношение масс падает медленнее, и это не может не сказаться на эволюции.

Вот пример. В модели Р. Киппенхана и А. Вайгерта первоначальные массы компонентов — 9 и 5 солнечных.

ных масс, а расстояние между ними 12,5 солнечного радиуса. В 1968 году чешский теоретик М. Плавец с сотрудниками рассчитал эволюцию аналогичной системы, изменив лишь массу второй звезды: вместо 5 солнечных масс выбрали 8. И сразу же изменилась скорость потери вещества — она упала в 7,3 раза. Значит, от того, как течет в системе вещество, существенно зависит судьба ТДС.

Гипотеза «перемены ролей» выдержала испытания. Она, например, объяснила, как в ТДС образуются белые карлики. В 1967 году Р. Кип-



Образование белого карлика в тесной двойной системе (расчеты Р. Киппенхана, К. Коля и А. Вайгерта). Истечение вещества начинается, когда более массивная звезда, заполняя свою полость Роша, по мере того как звезды сближаются до расстояния 5,25 солнечного радиуса, скорость перетекания возрастает. Потом звезды начинают расходиться, и в конце концов система становится разделенной. На месте красного гиганта, сбросившего свою оболочку, остается белый карлик



пенхан, К. Коль и А. Вайгерт рассчитали эволюцию системы, в которой массы звезд были сначала равны 2 и 1 солнечной. Была выбрана очень тесная система — расстояние между звездами всего 6,6 радиуса Солнца. Но даже в такой тесной паре звезда с массой 2 солнечных заполняет полость Роша, только сойдя с главной последовательности. Это случай В.

Расчет привел к любопытному результату. Звезда, начавшая терять вещество, сбрасывает 87% своей массы! После окончания процесса на ее месте остается белый карлик с массой 0,26 солнечной. Вторая же звезда эволюционирует как ни в чем не бывало. Масса ее увеличивается до 2,74 солнечной, и она все еще находится на главной последовательности. Заполнить свою полость Роша этой звезде труднее, потому что размеры системы увеличились почти в 10 раз. Однако налицо рождение белого карлика.

Но и у гипотезы «перемены ролей», ставшей теорией и снискавшей симпатии практически всех астрофизиков, были свои трудности.

ТДС ТЕРЯЮТ МАССУ

Белые карлики существуют не только в ТДС. Самый известный из белых карликов — Сириус В. Период обращения звезд в этой системе почти 50 лет, расстояние между звездами около 4400 радиусов Солнца. Масса белого карлика 0,98 солнечной, а масса нормальной звезды — самой яркой на земном небе — около 2,3 солнечных масс («Земля и Вселенная», № 1, 1976, стр. 36—39. — Ред.). По гипотезе «перемены ро-

лей» на месте белого карлика раньше была звезда массой 1,5—2 солнечных. Она расширилась и передала часть вещества второй звезде — Сириусу А. Но тогда ей надо было расширяться почти в 1000 раз, даже если раньше звезды были ближе друг к другу!

Вот еще близкая к Солнцу широкая пара α^2 Эридана. Расстояние между ее компонентами 400 радиусов Солнца, а массы белого карлика и обычной звезды в этой системе, соответственно, равны 0,45 и 0,21 солнечной. Нет никакой возможности объяснить образование белого карлика перетеканием вещества и «перемены ролей». Во-первых, менее массивная, чем Солнце, звезда не могла расширяться до сотни солнечных радиусов. Во-вторых, даже если вещество каким-то странным образом все же перетекало, то где оно? Ведь масса обычной звезды здесь даже меньше, чем у белого карлика... Таково первое затруднение, с которым столкнулась гипотеза «перемены ролей». А вот и другое.

Новые звезды, как сейчас стало известно, входят в состав очень тесных двойных систем (периоды обращения измеряются часами, а расстояния между компонентами — несколькими радиусами Солнца). Один из компонентов — белый карлик, другой — маломассивная звезда, заполняющая свою полость Роша. Таковы системы DQ Геркулеса и WZ Стрелы. Казалось бы, «перемена ролей» здесь подтверждается. Но... массы звезд в системе DQ Геркулеса равны 0,12 солнечной (белый карлик) и 0,20 солнечной (красный компонент). Такое сочетание масс совершенно

необъяснимо с позиций «перемены ролей», и вот почему.

Теория звездной эволюции утверждает, что за время жизни Галактики успели закончить эволюцию только те звезды, масса которых в момент рождения была больше 1,3 солнечной. Поскольку в системе DQ Геркулеса есть такая звезда — белый карлик, то ее масса на главной последовательности должна была превышать 1,3 солнечной. Значит, до того как стать белым карликом, звезда потеряла по крайней мере 1,2 солнечной массы. Где теперь это вещество? Ведь масса второй звезды вшестеро меньше!

Точно такая же ситуация в системе WZ Стрелы. Здесь массы компонентов, соответственно, 0,59 солнечной — белый карлик и 0,03 солнечной — нормальная звезда. Ясно, что в этой системе ровно ничего из вещества, потерянного белым карликом, не могло попасть на вторую звезду. Может быть, в некоторых экстремальных случаях гипотеза «перемены ролей», действительно, не оправдывается, но в подавляющем большинстве систем она верна? Проверим и это.

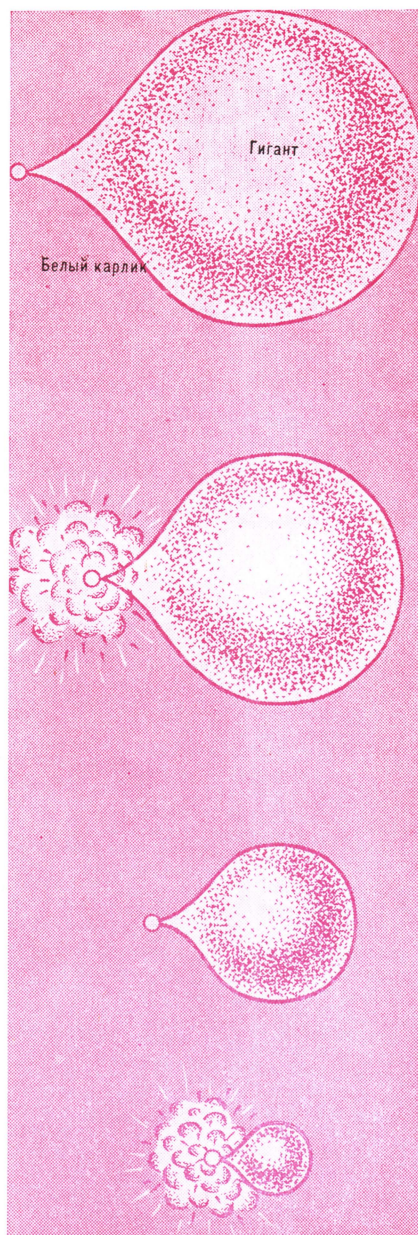
Пока нет ни одного наблюдательного факта, из которого следовало бы, что вещество, стекающее с поверхности одной звезды, наверняка оседает на поверхности второй. Напротив, наблюдения показывают, что вещество течет из системы в межзвездное пространство. Так происходит, например, в известной затменной системе β Лир.

Если газ течет не на второй компонент, а в межзвездную среду, это несколько не мешает звезде поте-

рять атмосферу и стать субгигантом. Разница лишь в том, что отношение масс в системе будет теперь несколько иным. Но гипотеза «перемены ролей» обычно и не претендует на точное объяснение отношения масс звезд в системе, она лишь **качественно** объясняет возможность существования затменных двойных систем типа Алголя, систем со звездами Вольфа—Райе, имеющими протяженные оболочки, и некоторых других. Но если вещество покидает систему, то возможность существования ТДС типа Алголя вовсе не исчезает! Изменяется лишь отношение масс, которое и без того известно не очень надежно. Что же получается?

В системах типа DQ Геркулеса вещество обязательно должно течь в межзвездное пространство. То же происходит и в очень широких парах типа Сириуса. В промежуточных двойных типа Алголя вещество может и не вытекать из системы, но гипотеза об истечении вовсе не противоречит фактам. Более того, в ряде случаев видно, как газ покидает систему!

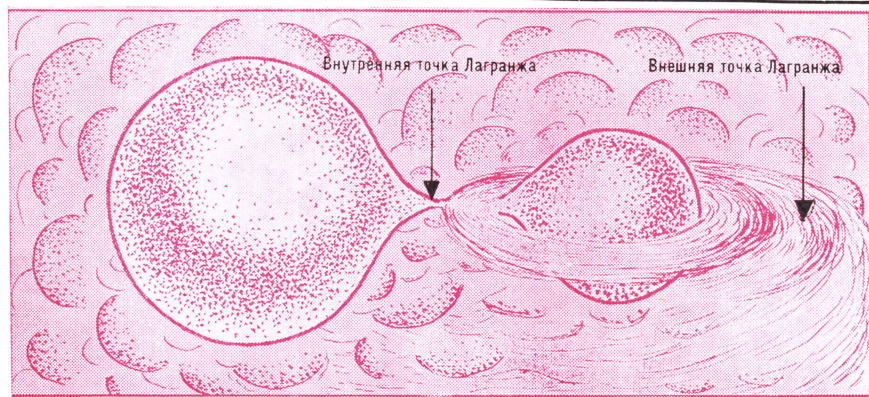
В начале 70-х годов стали появляться теоретические работы, в которых принималась во внимание возможность потери массы системой. Авторы были осторожны — они говорили, что некоторые системы необъяснимы с классических позиций гипотезы Д. Кроуфорда. Так, в работах советских исследователей А. В. Тутукова и Л. Р. Юнгельсона было рассмотрено несколько механизмов потери массы системой и получено любопытное объяснение формирования очень тесных систем типа WZ



Потеря вещества в двойных системах с белыми карликами происходит во время взрыва новой звезды. Вещество звезды-гиганта перетекает на белый карлик, вызывая вспышку и сброс оболочки в межзвездное пространство. Затем происходит новое накопление вещества и очередной взрыв

Стрелы. Согласно расчетам А. В. Тутукова и Л. Р. Юнгельсона, эта система вначале могла быть довольно широкой и не отличалась от большинства других. Но когда на белый карлик стало перетекать вещество и в его атмосфере происходили взрывы, размеры системы резко уменьшились в 10 и более раз! Потом звезды опять начнут расходиться и в конце концов удалятся друг от друга на расстояние, большее, чем перед началом истечения. Но все же такая гипотеза — перетекание на белый карлик и последующее взрывное выбрасывание массы — способна в принципе объяснить существование аномально тесных пар.

В 1974 году была опубликована работа советских теоретиков Э. М. Дробышевского и Б. И. Резникова, где рассматривалась уже не **возможность**, а **необходимость** потери массы системой. Э. М. Дробышевский и Б. И. Резников учли фактор, который прежде в расчетах опускался, — орбитальное движение звезд. Взаимное обращение звезд в паре приводит к совершенно новому явлению: когда газовый поток перетекает в зону притяжения второй звезды, вещество обладает относительно этой звезды определенным удельным моментом вращения. Ведь газ, как и первая звезда, обращается вокруг второго компонента. Чтобы вещество смогло оседать на поверхности второй звезды, этот момент вращения должен исчезнуть. Но как и куда? Момент может быть унесен из системы, и унести его способна лишь какая-то масса. Значит, определенная доля вещества должна покинуть систему, унося из-



быточный момент вращения и давая возможность оставшейся массе опуститься на вторую звезду.

На перераспределение момента вращения указал двумя годами раньше советский астрофизик Н. И. Шакура. Он исследовал, как формируется газовый диск около релятивистской звезды. Ситуация такая. Вещество обычной звезды втекает в диск около черной дыры, обладая некоторым вращательным моментом. В диске силы трения перераспределяют вещество и момент. Часть вещества теряет свой момент вращения и падает к черной дыре, а часть, приобретая дополнительный момент, вытекает из диска. Но остались два вопроса: сколько именно вещества оседает, а сколько вытекает? И еще: где вещество, покинувшее диск?

В первом приближении на оба вопроса ответили Э. М. Дробышевский и Б. И. Резников. Они считают, что и в обычных системах около второй звезды возникает газовый диск. По их расчетам, из системы вместе с избыточным моментом должно исчезать около 40—60% массы, истекающей из первой звезды. Потеря половины вещества оказывается совершенно неизбежной, иначе не понятно, куда девать момент вращения?

Но вернемся к системе DQ Геркулеса. Здесь масса звезды, ставшей белым карликом, уменьшилась, как мы видели, по крайней мере на 1,2 солнечной. Если бы половина этого вещества достигла второй звезды, то масса ее должна сейчас быть никак не меньше 0,6—1 солнечной. А на самом деле она равна 0,2 солнечной. Значит, на вторую звезду в лучшем

случае опустилось несколько сотых солнечной массы. Следовательно, потеря вещества системой была не меньше 95%!

РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЗВЕЗДЫ В ТДС

Сотрудники Шемахинской астрофизической обсерватории Азербайджанской Республики О. Х. Гусейнов и Х. И. Новрузова, проанализировав тесные и широкие пары, о которых мы уже говорили выше, пришли к выводу, что вещество должно практически полностью исчезать из двойных систем, а обмен массой всегда так незначителен, что им можно пренебречь. Этот вывод опровергал «перемену ролей».

О. Х. Гусейнов и его группа исследуют возможности поиска черных дыр и нейтронных звезд. «Перемена ролей» интересовала их именно с этой точки зрения. Почему «перемена ролей» в ТДС оказалась важной для релятивистской астрофизики?

Дело в том, что если вещество не оседает на второй звезде, то масса ее не растёт, и тогда первый компонент, даже потеряв некоторую массу, может все же остаться более массивным, чем вторая звезда. А это

очень важно для оценки числа черных дыр в двойных системах. Ведь если в ТДС взрывается, как сверхновая, более массивный компонент, то система может разлететься и перестать существовать! Значит, от того, верна или нет гипотеза «перемены ролей», зависит, сколько двойных систем с релятивистскими звездами может быть в Галактике.

В работе О. Х. Гусейнова и Х. И. Новрузовой содержался не только вывод о том, что обменом массой в ТДС можно пренебречь. Ведь если белый карлик Сириус В потерял в ходе эволюции не менее 1,5 солнечной массы, то это составило около 60% всей массы звезды на главной последовательности. Система Сириуса широкая: звезды эволюционировали практически, как одиночные. Значит, был сделан вывод, — и одиночные звезды могут в процессе эволюции потерять более половины, а зачастую до $\frac{3}{4}$ своей первоначальной массы! В конце эволюции масса звезды обычно невелика, около 2—3 солнечных. А из таких звезд черные дыры не образуются, и взрыв сверхновой приводит к рождению нейтронной звезды. Лишь очень массивная звезда, начальная масса которой больше 20 солнечных, может, взорвавшись в конце эволюции, стать черной дырой. Таких звезд очень мало, в десятки раз меньше, чем всех остальных звезд, успевших закончить эволюцию. Значит, и число черных дыр в Галактике не может быть большим. Итак, звезды, эволюционируя, обязаны терять массу.

Мы начали с гипотезы «перемены ролей» в ТДС, а пришли к выводам,

■ *Газовые потоки в тесной двойной системе. Вещество более массивной звезды через внутреннюю точку Лагранжа течет ко второй звезде, где образуется диск. Часть вещества через внешнюю точку Лагранжа покидает диск, формируя около системы газовое облако, в которое погружены обе звезды. Из этого облака вещество уходит в межзвездное пространство*

затрагивающим всю теорию эволюции. Очень важно знать, как звезды теряют массу, поскольку обычное истечение типа солнечного ветра не может привести к значительным эффектам.

И остался, наконец, вопрос: какая доля вещества может все-таки осесть на вторую звезду? Неужели нет ни одного наблюдательного факта, позволяющего сделать такую оценку? Эти факты появились в последние годы, когда в ТДС были открыты рентгеновские источники. В двойных системах, содержащих рентгеновский источник, можно точно установить, сколько вещества падает на вторую — релятивистскую звезду, потому что именно этим и определяется наблюдаемая рентгеновская светимость.

Сейчас достоверно известны девять рентгеновских источников в ТДС. В пяти системах есть сверхгиганты массой около 15—20 солнечных. Потеря вещества сверхгигантами очень велика — примерно 10^{-5} — 10^{-4} солнечной массы в год и даже больше. Если бы все это вещество стекало на релятивистскую звезду, то рентгеновская светимость достигала бы фантастической величины — $5 \cdot 10^{40}$ эрг/с. На деле этого быть не может — светимость звезды при аккреции ограничена. Действительно, если поток вещества на релятивистскую звезду превышает $2 \cdot 10^{-8}$ солнечной массы в год, то возникает столь мощное излучение, что световое давление отбрасывает остальное вещество прочь от звезды. Для релятивистской звезды солнечной массы критическая светимость составляет 10^{38} эрг/с. Именно такую

светимость должны были бы иметь все рентгеновские двойные, ведь поток 10^{-5} солнечной массы в год намного больше критического! Однако ничего подобного не наблюдается. Лишь у источника в Малом Магеллановом Облаке светимость, возможно, равна критической. У остальных она ниже. Значит, световое давление не отгоняет падающий газ. Известно, что на релятивистскую звезду из диска оседает ежегодно 10^{-9} — 10^{-8} солнечной массы, в то время как сверхгигант теряет 10^{-5} солнечной массы в год. Почти все вещество, втекающее в диск около релятивистской звезды, приобретает дополнительный момент и покидает систему. Лишь 0,1% этой массы может приблизиться ко второй звезде и достичь ее поверхности. Тысячная доля!

Значит, гипотеза «перемены ролей» справедлива далеко не для всех тесных двойных систем. Будущей теории эволюции ТДС придется отойти от упрощающих допущений о постоянстве полной массы и полного момента вращения системы. Нужно исследовать причины потери вещества системой, изучить, как меняются параметры ТДС. Тогда появится надежда получить ответ на вопросы: как могли образоваться системы типа Сириуса или система DQ Геркулеса, почему только тысячная доля вещества, втекающего в диск, оседает на звезду, как часто становится сверхновой более массивная звезда пары? А тогда уже можно пытаться ответить и на вопрос, сколько черных дыр входит в двойные системы.

ЛАУРЕАТЫ МЕДАЛИ «ЗА ОБНАРУЖЕНИЕ НОВЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ»

В 1973 году Астрономический совет Академии наук СССР учредил медаль «За обнаружение новых астрономических объектов». Эта медаль присуждается за открытия новых небесных тел или принципиально новых космических явлений и процессов астрономам-профессионалам и любителям астрономии. В тех случаях, когда открытия носят систематический характер (например, обнаружение малых планет или переменных звезд), медаль присуждается лишь за открытие определенного числа новых объектов (не менее десяти малых планет, не менее ста переменных звезд). Несколько выдающихся советских астрономов получили эту награду в связи с юбилейными датами. Мы знакомим читателей «Земли и Вселенной» с первыми лауреатами медали.

АМБАРЦУМЯН Виктор Амазаспович, академик. Автор основополагающих работ по теории переноса излучения, динамике звездных систем, теории межзвездного поглощения света, теории активности галактических ядер. Награжден 13 мая 1974 года.

ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ Борис Александрович, профессор, член-корреспондент Академии педагогических наук СССР. Автор известных работ по физике новых звезд и внегалактической астрономии. Награжден 12 февраля 1974 года.

ГЕРАСИМЕНКО Светлана Ивановна, научный сотрудник Института астрофизики АН ТаджССР. Вместе с К. И. Чурюмовым открыла новую комету (комета Чурюмова — Герасименко 1969 h). Награждена 23 декабря 1975 года.

ЖОНГОЛОВИЧ Иван Данилович, профессор. Руководил изданием советского «Астрономического ежегодника». Автор фундаментальных работ по космической геодезии. Награжден 13 мая 1974 года.

МАРТЫНОВ Дмитрий Яковлевич, профессор. Известный исследователь двойных звезд. Автор ряда учебников. Награжден 8 апреля 1976 года.

МИХАЙЛОВ Александр Александрович, академик. Ему принадлежат основополагающие исследования в области гравиметрии, теории затмений и теории астрономических постоянных. Автор ряда монографий и звездных атласов. Награжден 13 мая 1974 года.

МУСТЕЛЬ Эвальд Рудольфович, член-корреспондент АН СССР. Автор основополагающих работ по теории звездных атмосфер, химическому составу новых и сверхновых звезд, теории солнечно-земных связей. Награжден 25 мая 1976 года.

НИКОНОВ Владимир Борисович, доктор физико-математических наук. Выполнил основополагающие работы по электрофотометрии небесных тел. Награжден 13 мая 1974 года.

ПАРЕНАГО Павел Петрович, член-корреспондент АН СССР. Внес огромный вклад в изучение переменных звезд, динамики звездных систем, межзвездного поглощения света. Награжден (посмертно) 25 марта 1976 года.

СМИРНОВА Тамара Михайловна, научный сотрудник Института теоретической астрономии АН СССР. Вместе с Н. С. Черных открыла комету (комета Смирновой — Черных 1975 е). Награждена 23 декабря 1975 года.

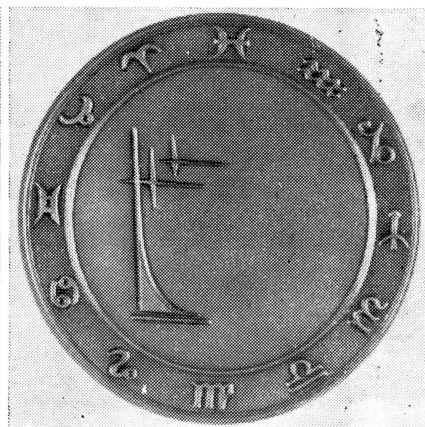
ХАРАДЗЕ Евгений Кириллович, академик АН ГрузССР. Выполнил важные исследования в области звездной астрономии, межзвездного поглощения света, звездной спектроскопии. Награжден 13 мая 1974 года.



ХОЛОПОВ Павел Николаевич, доктор физико-математических наук. Открыл в карликовой галактике созвездия Малой Медведицы затменную двойную систему, один из компонентов которой — короткопериодическая цефеида. Это открытие позволило П. Н. Холопову впервые прямым методом оценить массу короткопериодической цефеиды. Награжден 13 мая 1974 года.

ЧЕБОТАРЕВ Глеб Александрович, профессор. Предсказал и обнаружил новый класс астрономических объектов — астероидов с неустойчивыми орбитами. Этим открытием было доказано, что между кометами, движущимися вокруг Солнца по очень вытянутым орбитам, и астероидами, которые перемещаются почти по круговым орбитам, нет резкой границы. Награжден (посмертно) 23 декабря 1975 года.

Медаль «За обнаружение новых астрономических объектов», учрежденная Астрономическим советом Академии наук СССР. Художник А. А. Тюренков



ЧЕРНЫХ Николай Степанович, кандидат физико-математических наук. Вместе с Т. М. Смирновой открыл новую комету (комета Смирновой — Черных 1975 е). Награжден 23 декабря 1975 года.

ЧУРЮМОВ Клим Иванович, кандидат физико-математических наук. Вместе с С. И. Герасименко открыл новую комету (комета Чурюмова — Герасименко 1969 h). Награжден 23 декабря 1975 года.

ШКЛОВСКИЙ Иосиф Самуилович, член-корреспондент АН СССР. Впервые последовательно применил концепцию синхротронного излучения к различным астрономическим объектам, предсказал излучение корональных линий от некоторых газовых туманностей и возможность наблюдения радиолиний межзвездных молекул, построил оригинальные модели многих загадочных космических явлений. Награжден 1 июля 1976 года.

ЩЕГЛОВ Владимир Петрович, академик АН УзССР. Внес выдающийся вклад в развитие астрономической службы времени в СССР. Награжден 13 мая 1974 года.

Ученый секретарь президиума Астрономического совета АН СССР, кандидат физико-математических наук В. С. СТРЕЛЬНИЦКИЙ



«СВЕРХВЫТЯНУТЫЕ» ДВОЙНЫЕ СИСТЕМЫ

Внимание астрофизиков сейчас приковано к Новым рентгеновским источникам. Самый яркий из них А 0620-00 отождествлен с оптической звездой («Земля и Вселенная», № 3, 1976, стр. 41.— *Ред.*). Это дало основание считать, что рентгеновские Новые также являются двойными системами с релятивистской звездой, обращающейся по орбите около нормальной звезды. Но чем-то такие системы должны отличаться от обычных рентгеновских двойных — ведь должна быть причина, из-за которой рентгеновские Новые большую часть времени не видны и фиксируются лишь в недолгие промежутки неожиданных вспышек.

Английские ученые Д. Кларк и Д. Паркинсон предложили несколько объяснений рентгеновских Новых. Возможно, что релятивистский объект обращается около нормальной звезды по очень вытянутой орбите. Вещество, которое течет из нормальной звезды, может достичь релятивистского компонента лишь тогда, когда он проходит через периастр — самую близкую к нормальной звезде точку орбиты. В этот момент начинается интенсивная аккреция, вспыхивает рентгеновский источник. Но орбитальное движение выводит релятивистскую звезду из области периастра, аккреция слабеет, источник гаснет. Затем, когда звезды вновь сблизятся, произойдет очередная вспышка.

У этой гипотезы есть, однако, свои трудности. Например, система должна иметь аномально большой эксцентриситет. Орбита, по которой обращается релятивистская звезда, должна быть очень близка к параболе. Вероятность того, что при образовании релятивистской звезды система приобретет такой эксцентриситет, мала; скорее, система вообще распадется. Поэтому природу рентгеновских Новых еще нельзя считать разгаданной.

«Nature», 258, 5532, 1975.

«ЖЕСТКИЕ» РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ И ШАРОВЫЕ СКОПЛЕНИЯ

В 1971 году в СССР был запущен спутник «Космос-428». Приборы, установленные на этом спутнике, исследовали небо в жестком рентгеновском диапазоне. Было открыто более двадцати источников, и лишь часть из них оказалась в каталогах, составленных по данным спутника «Ухуру» для мягкой рентгеновской области. Это значит, что удалось обнаружить значительно более «горячие» источники.

Участники эксперимента — советские ученые Л. С. Братолюбова-Цулукидзе, М. И. Кудрявцев, М. С. Мелиоранский и другие заметили, что большинство жестких рентгеновских источников проецируются на шаровые звездные скопления. Вероятность того, что эти проекции случайны, очень мала — не более сотой доли процента. Следовательно, можно утверждать, что жесткие рентгеновские источники связаны с шаровыми скоплениями.

25 июня 1971 года приборы «Космоса-428» зарегистрировали вспышку источника 3U 1820-30, который находится в шаровом скоплении NGC 6624. Температура этого источника оказалась очень высокой — около 3 млрд. градусов! В 1975 году вспышки источника 3U 1820-30 были обнаружены в мягкой рентгеновской области, его светимость в это время составляла 10^{38} эрг/с. Но жесткие рентгеновские вспышки значительно мощнее: светимость в максимум

ме достигает фантастической величины — 10^{41} эрг/с! Возможно, эти вспышки порождает находящаяся в центре шарового скопления черная дыра с массой около тысячи солнечных.

«Письма в «Астрономический журнал», 2, 4, 1976.

ЛЕБЕДЬ X-1 — ОПТИЧЕСКИЙ ПУЛЬСАР

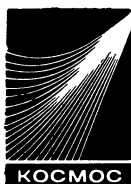
В 1971 году было обнаружено, что рентгеновское излучение источника Лебедь X-1 пульсирует, удалось даже определить период пульсаций. Но впоследствии оказалось, что регулярных пульсаций все же нет, а есть лишь быстрые хаотические изменения яркости. Наблюдения свидетельствовали в пользу того, что в системе Лебедь X-1 находится черная дыра.

Спустя четыре года пульсации излучения источника Лебедь X-1 были обнаружены вновь, но не в рентгеновском, а в оптическом диапазоне. Итальянские ученые Д. Ауриемма, Д. Кардини и другие вели наблюдения в Катании на 91-сантиметровом телескопе. 11 июня 1975 года в оптическом излучении системы Лебедь X-1 они неожиданно открыли сильный пульсирующий компонент. Период пульсаций оказался равным $83,531 \pm 0,008$ миллисекунды. Несколько аналогичных пульсирующих вспышек удалось зарегистрировать и 18 июля 1975 года. Светимость пульсирующего излучения около 10^{36} эрг/с.

Итальянские исследователи считают, что пульсации возникают в диске около черной дыры в результате излучения какого-нибудь горячего пятна. Но тогда это излучение не может быть тепловым — слишком велика интенсивность. Малый период пульсаций ограничивает и размер области излучения — пятно не должно превышать нескольких сот километров.

«Nature», 259, 5536, 1976.





В. П. ЯСНОВ

«Зеленые патрули» в космосе

ЛЕСНЫЕ БОГАТСТВА РОДИНЫ

По обилию лесов с нашей страной не сравнится ни одно государство в мире. Общая площадь земель лесного фонда СССР составляет 12,3 млн. км² — более половины территории страны. Необъятны массивы лесов в европейской части СССР — от черноморских и прикаспийских субтропиков до полярного круга. Перешагнув за Урал, они переходят в «зеленое море тайги», протянувшееся на тысячи километров вплоть до Тихоокеанского побережья.

Издавна лес служит поставщиком пищевых продуктов — грибов и ягод, а также многих лекарственных растений. Кроме того, лес — это среда обитания и источник пищи для большинства промысловых зверей и птиц. Наша пушнина ценится во всем мире и вместе с другими продуктами лесной промышленности идет на экспорт.

Лес — это источник чистого воздуха для многих городов и зон отдыха трудящихся. В лесных чащах нередко расположены здравницы и санатории страны, размещено много пионерских лагерей.

Велика роль леса в регулировании стока поверхностных вод, защите полей от эрозии, влиянии на формирование микроклимата и на условия выращивания сельскохозяйственных культур. Лес — источник важнейшего промышленного сырья. Ежедневно расходуются миллионы кубометров древесины. Она необходима для гражданского строительства, широко используется в судостроении, в прокладке железнодорожных путей. Огромное количество леса идет для

В статье рассказывается об использовании искусственных спутников Земли для охраны и развития лесов.

крепления шахт и в угольной и рудодобывающей промышленности. Лес — ценнейшее химическое сырье. Из одного кубометра древесины можно получить 200 кг целлюлозы, 6000 м² целлофана, 20 л уксусной кислоты, 165 кг искусственного волокна.

В известной степени количество расходуемой древесины может служить показателем уровня культуры страны — из древесины изготавливают миллионы тонн бумаги, на которой печатают книги, учебники, тетради.

Организация и развитие лесного хозяйства — важная общегосударственная задача. В нашей стране осуществляется немало мероприятий для действенной охраны лесных богатств. Участки леса распределены по их хозяйственному значению, вырубка леса ведется не произвольно, а по строго намеченному плану. Лесники, таксаторы и другие специалисты лесного хозяйства регулярно обследуют леса. Большую помощь им оказывает авиация. Аэрометоды и наземные средства наблюдения значительно улучшают охрану и защиту лесов, помогают рациональнее использовать имеющиеся в них богатства.

ОТ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДО КОСМИЧЕСКОГО ФОТОГРАФИРОВАНИЯ

Метод аэрофотосъемки — один из совершенных способов наблюдения

за лесом. Высотное фотографирование дает возможность измерять площади лесных массивов, поставляет документальный материал, рисующий объективную картину лесного хозяйства. По фотоснимкам можно судить о количественных и качественных характеристиках лесных участков — выделять области, занятые той или иной породой деревьев, оценивать их состояние, устанавливать степень поражения деревьев вредителями растений или каким-либо заболеванием. С помощью авиации получают крупномасштабные снимки лесных участков, пригодные для исследования мелких деталей. Но площадь, охватываемая таким фотографированием, весьма невелика, и потому полное фотографирование сколь-либо обширных территорий требует большого количества времени. Жизнь леса — процесс динамический, и потому первоначально сделанные снимки к концу такого фотографирования могут оказаться устаревшими.

Иначе обстоит дело, если наблюдать леса из космоса. Космическая фотосъемка, осуществляемая с высоты 700—900 км, обеспечивает обзорное картирование лесных территорий, помогает определить необлесившиеся площади и свежие вырубки, выявить площади поврежденного и погибшего леса (гари, ветровалы, пораженные шелкопрядом участки), измерить лесные площади, занятые хвойными и лиственными породами, болотами, заболоченными участками, озерами, каменистыми россыпями.

Особенно результативна съемка из космоса отдаленных и труднодоступ-

ных районов. Пока что далеко не все площади лесного фонда регулярно обследуются. Предстоит еще взять на систематический хозяйственный учет не менее 65% лесной площади страны. Искусственные спутники Земли помогут форсировать эти работы в несравненно более короткий срок, чем наземные наблюдения и аэрофотосъемки.

На основе многозональных космических снимков можно выявить тип растительности, ее пространственное распределение, установить размер лесных участков. Кроме видимого состава леса можно выделить возрастную структуру, условия произрастания, состояние лесонасаждений. Все это должно быть достаточно оперативно учтено в общем хозяйственном балансе страны.

Отличительная черта фотосъемки из космоса — ее большая обзорность. Одним фотокадром охватываются площади в сотни и даже тысячи квадратных километров. Дешифрирование таких фотографий позволяет установить границы лесной растительности и ее связь с различными компонентами ландшафта. Сопоставляя материалы повторного фотографирования, произведенного в различные времена года, можно исследовать характер изменения лесной растительности и фенологические особенности отдельных пород на самых больших площадях.

Спутники становятся надежными помощниками в решении проблемы экономической оценки лесных богатств. Основная трудность здесь заключается в учете множества противоречивых факторов, связанных со спецификой лесных ресурсов, воз-



можностью их многоцелевого использования. Так, будучи источником древесного сырья, лес выполняет важные функции по охране и защите почв, регулированию гидрологических процессов.

Лес — это не только богатство, но и красота нашей природы, которую мы должны тщательно оберегать и умножать. Создавая экономически выгодный план эксплуатации лесов, надо учитывать весь комплекс этих функций. Отсутствие объективных методов оценки лесных ресурсов ведет к противоречивым толкованиям их хозяйственного назначения. Так, работ-

ники лесозаготовительной промышленности смотрят на лес, как на дровяной склад, с чем никак не могут согласиться лесоводы. Космическое фотографирование может стать той технической основой, на которой будут проводиться экономические оценки лесных богатств, решаться проблемы учета лесохозяйственной и лесозаготовительной деятельности.

Периодическое фотографирование леса из космоса позволит своевременно вскрывать развитие нежелательных процессов, связанных с вырубкой лесов и другими видами их эксплуатации. Области вырубок могут быть выявлены на инфракрасных фотографиях. Хорошо прогреваемые Солнцем, эти области отличаются более высоким тепловым излучением и потому на инфракрасных снимках выглядят светлыми пятнами. Путем сравнения таких космических снимков

■ *Десятиобъективная фотографическая камера для получения изображения одного и того же участка земной поверхности в различных диапазонах видимого спектра*



лесоводы могут изучать процессы восстановления лесов, прогнозировать запасы различных видов древесных пород, определять сроки вырубки в различных районах. На основе космического фотографирования можно оптимальным образом строить планы лесозаготовительной промышленности в масштабах страны, выбирать участки лесозаготовок в зависимости от их качества, долготности древостоя, породного состава, запасов древесины. Большую роль играют условия сплава и транспортных перевозок, также определяемые с помощью искусственных спутников Земли. Все это убеждает нас в том, что использование спутников для лесного хозяйства страны позволит выгодно распределять производственные силы и сокращать расходы на лесозаготовительные работы.

«КОСМИЧЕСКИЕ ПОЖАРНЫЕ»

Ничто не приносит такого ущерба лесному хозяйству, как огонь. Лесные пожары сопоставимы с самыми грозными явлениями природы. Они причиняют ущерб не только лесному хозяйству. «Дымовые завесы» от лесных пожаров наносят вред сельскохозяйственным посевам. Тяжелый дым, скапливаясь в долинах рек, подолгу висит густым туманом над водной поверхностью, затрудняя судоходство. Во время пожаров гибнет огромное количество промысловых зверей и птиц.

Косвенный ущерб, приносимый лесными пожарами, отнюдь не меньше того, который причиняется непосредственно самим огнем. В резуль-

тате выгорания лесов резко нарушается баланс грунтовых вод, ухудшается гидрология почвы, происходит резкое обмеление рек и озер.

Специалисты лесного хозяйства различают три вида пожаров: **низовые пожары**, когда горение происходит на поверхности почвы (высота пламени 0,5—2 м); **подземные пожары** — горение торфяного слоя, глубоко просыхающего в период засухи; **верховые пожары**, охватывающие весь древостой снизу доверху.

Обычно любой пожар начинается с низового — около 90% всех случаев загорания леса. На долю верховых приходится 8—9% и всего 1—2% — на долю подземных. Отсюда понятно, насколько важно своевременно обнаружить низовой пожар, чтобы не дать ему развиваться и перейти в верховой. При верховых пожарах образуется мощный фронт пламени, уничтожающий все на своем пути.

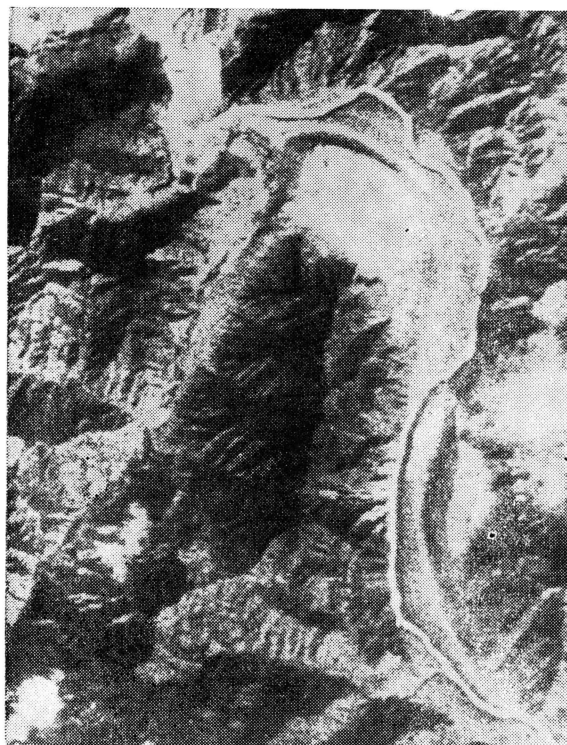
Охраной лесов от пожаров издавна занимается авиация — самолеты и вертолеты. Каждый летательный аппарат в течение суток должен обследовать от 1 до 4 млн. га леса. Это приводит к тому, что за сутки проводится максимум двукратное патрулирование лесной территории. Да к тому же в период сильных ветров, когда пожарная опасность максимальна, патрульная авиация бездействует. Вот почему с помощью авиации далеко не всегда можно своевременно обнаружить лесной пожар.

Космическая система наблюдения способна непрерывно контролировать лесные районы всей страны. На основе этой системы организуется работа по своевременному выяв-

лению и ликвидации пожаров. Можно представить себе единый центр сбора и обработки сведений о лесных пожарах. Спутники, находящиеся в ведении такого центра, должны быть снабжены комплексом тепловизионной аппаратуры, которая может вести наблюдения в любое время суток и при любой метеорологической обстановке. Большие скорости и высоты полета спутников дают возможность значительно увеличить периодичность наблюдений лесной территории и тем самым намного сократить время обнаружения лесных пожаров.

Одна из главных причин лесных пожаров — грозы. В среднем при десяти грозах возникает от трех до пяти пожаров. Определение спутниками грозных мест позволит правильно оценить пожарную обстановку на всей территории лесов и выявить районы, находящиеся под угрозой пожара.

Спутники могут использоваться и для обнаружения ресурсной облачности, необходимой при ликвидации лесных пожаров. Дело в том, что лесные пожары могут быть ликвидированы с помощью искусственно вызванных дождей. Впервые такой эксперимент был произведен в 1968 году в Хабаровском крае. Искусственные осадки, вызванные введением в облака специальных реагентов, помогли спасти несколько тысяч гектаров ценного леса. Этот метод весьма эффективен, но требует наличия в месте пожара ресурсной облачности, то есть таких облаков, из которых можно искусственно вызывать осадки. Поэтому для использования этого метода в масштабах



Типы горных лесов. Снимок из космоса. По такому фотографическому изображению лесных массивов можно быстро и надежно произвести учет лесных ресурсов. Снимок дешифрован в лаборатории аэросъемки Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова



- | | |
|---|--|
|  лиственнично-кедровые травяные |  елово-лиственнично-кедровые зеленомошные |
|  березово-лиственничные травяные и крупнотравные |  березово-лиственничные ветвиновые и зеленомошные |

страны нужно знать распределение ресурсной облачности над лесной территорией и динамику ее развития. И здесь искусственные спутники,— пожалуй единственное средство получения такой информации. Таким образом, искусственные спутники

Земли становятся оперативной информационной системой, значительно повышающей эффективность средств охраны лесных богатств нашей Родины.





Кандидат технических наук
И. Н. МЕЩЕРСКИЙ
А. С. ИЛЬИН

Движения земной поверхности, вызванные техногенными процессами

ЧЕЛОВЕК И ЛАНДШАФТ

Вода и нефть, газ и руда необходимы обществу. Добыча этих полезных ископаемых приводит к нарушению геостатического равновесия верхних слоев земной коры, к изменению термического, газового, водного и геохимического режимов недр. В результате таких техногенных процессов возникают компенсирующие деформации земной поверхности — региональные опускания территорий, протяженные трещины и обрушения над выработками твердых полезных ископаемых. В отдельных случаях земная поверхность оседает на несколько метров и тогда затапливаются огромные районы, разрушаются здания, водоводные каналы, железнодорожные пути, мосты и подземные коммуникации. Особенно опасны техногенные процессы в зоне крупных гидротехнических сооружений, где оседания могут привести к катастрофе.

Детальные исследования современных движений земной коры показали, что техногенные процессы активизируют их. В районах интенсивных подземных выработок руды и угля создается своеобразный техногенный рельеф. Изучать влияние техногенных процессов на деформацию земной поверхности у нас в стране начали еще в начале XX столетия. На Апшеронском полуострове в 1910—1912 годах была создана специальная нивелирная сеть. В этом районе из-за деформаций земной поверхности были случаи искривлений нефтегазовых трубопроводов, водоводов и т. д. Предстояло выяснить зависимость между интенсивностью добычи

«Хотя человек — *Homo sapiens* есть поверхностное явление в одной из оболочек земной коры — в биосфере, но новый геологический фактор, вносимый его появлением в историю планеты, — разум так велик по своим последствиям и по их возможностям, что мне кажется, можно не возражать против внесения этого фактора для геологических подразделений наряду со стратиграфическими и тектоническими. Масштаб изменений сравним».

(В. И. Вернадский. Научная мысль как планетное явление. «Земля и Вселенная», № 4, 1974, стр. 54—56).

нефти, проявлением деятельности грязевых вулканов и вертикальными движениями земной коры. Начиная с 1928 года геодезисты неоднократно повторяли нивелирование всей сети и отдельных ее линий.

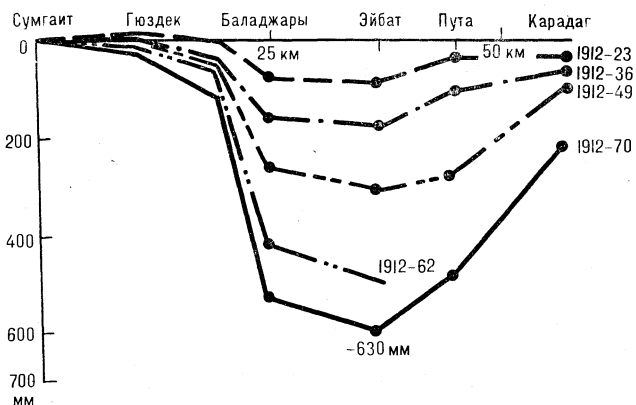
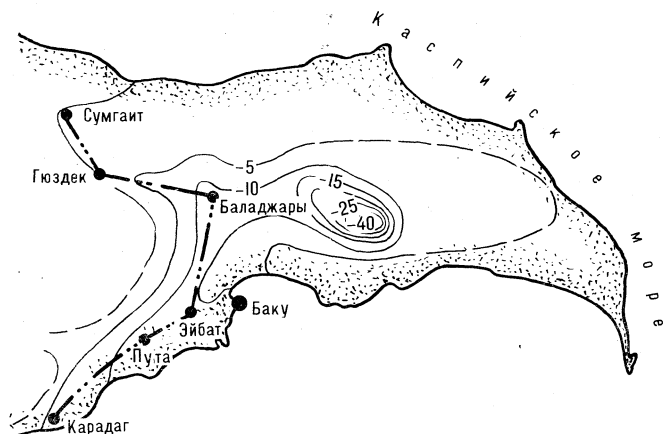
В настоящее время на Апшероне общая длина линий нивелирования I и II классов превышает 500 км. Линии закреплены более 500 грунтовыми и стенными знаками. Результаты повторного нивелирования на Апшеронском полуострове анализировали многие геодезисты и геологи. Были вычислены скорости вертикальных движений земной поверхности в отдельных точках полуострова и составлены карты. Все карты имеют много общего. Максимальные опускания отмечены в районах нефтепромыслов Сурханы, Романы и Сабунчи, где их скорости достигают 30—50 мм/год.

За период с 1912 по 1972 год общее проседание поверхности составило 2450 мм. На других нефтепромыслах Апшерона деформации земной поверхности значительно меньше, например на Банагадинском месторождении опускания не превышают 6 мм/год. Величина смещения в значительной степени зависит от строения земной коры и от способа добычи нефти.

В нашей стране специально изучалось влияние добычи газа на деформации земной поверхности в Газлинском и Шебелинском месторождениях. На каждом месторождении была создана нивелирная сеть, где измерения повторялись через 4 года. Максимальные опускания на Газлинском месторождении оказались равными 60 мм, на Шебелинском — 93 мм, то есть 15—25 мм/год. За этот период пластовое давление на Газлинском месторождении упало на 10 атм, на Шебелинском — до 30 атм. Аналогичные результаты были получены для Ставропольского месторождения, где за 2 года зарегистрировано опускание на 42 мм.

Земная поверхность оседает и при откачке грунтовых и артезианских вод. Особенно заметно это в городах, где из недр земли изымается огромное количество воды. Так, при строительстве метрополитена в Москве за 1935—1957 годы откачено 647 млн. м³ воды. (Такой объем имеет гора высотой 650 м и основанием 1×1 км.)

При откачке происходит понижение пьезометрического уровня — свободного уровня воды в скважине, пробуренной до напорного горизонта грунтовых вод («Земля и Вселенная»,



№ 4, 1976, стр. 32—36.— Ред.). Так, в Таллине пьезометрический уровень грунтовых вод понизился на 30 м, что вызвало оседание земной поверхности за 30 лет на 400 мм. Когда после 1948 года водозабор увеличился, скорость оседания возросла до 36 мм/год; в последние годы водозабор сократился и скорость уменьшилась до 10 мм/год. При откачке подземных вод земные породы обезвоживаются, уплотняются и в конечном итоге земная поверхность оседает. Величина и скорость уплотнения водоносных пластов зависит от их мощности и глубины залегания, характера отложений. Известны случаи, когда при откачке артезианских вод земная поверхность опускалась на несколько десятков сантиметров в год. Отдельные районы Токио, например, опустились за 50 лет на 4 м. В Мехико неравномерные опускания земной поверхности до 8,5 м вызвали разрушения зданий. Понадобились огромные денежные средства для решения сложных технических задач, чтобы

остановить процесс оседания. Под большим давлением в водоносные слои был закачан водно-глинистый и цементный раствор, укреплены фундаменты зданий и т. д. В условиях СССР опускания городских территорий обычно не превышают 10 мм/год. В Москве отмечаются опускания порядка 2—3 мм/год. В Тарту максимальные прогибы в районе древней долины реки Эмайыги достигают 7 мм, в Пярну — 5—10 мм, в центре Краснодара — 8 мм/год.

Наиболее значительные опускания земной поверхности до нескольких

■ *Схема вертикальных движений земной поверхности Апшеронского полуострова по данным повторного нивелирования за 1928—1962 годы (мм/год). Штрих-пунктиром показана нивелирная линия I класса*

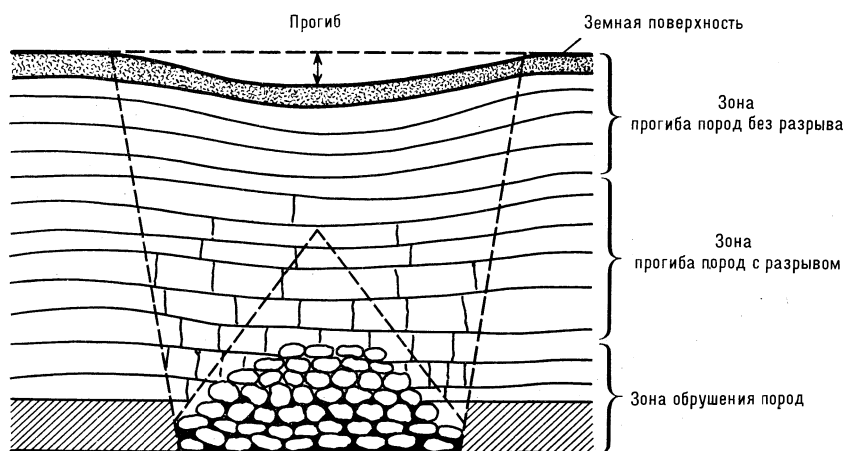
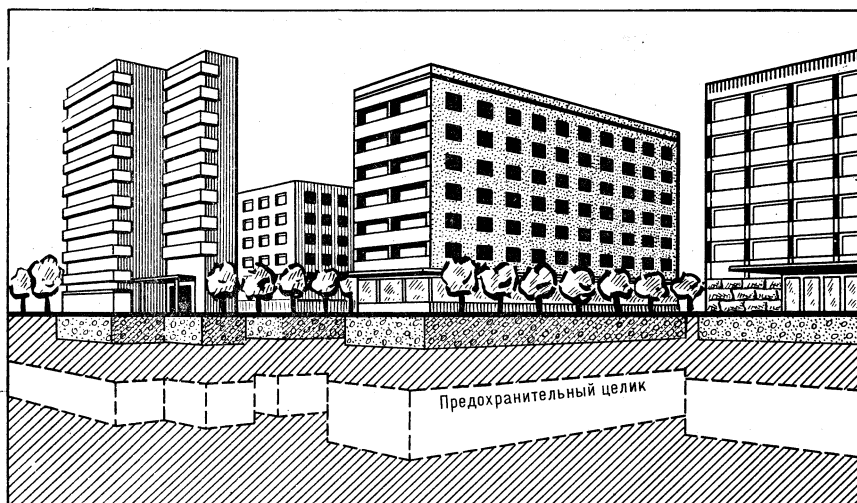
■ *Амплитуды вертикальных движений земной поверхности по линии Сумгаит — Карадаг за 1912—1970 годы*

метров за короткий срок происходят в районах добычи твердых полезных ископаемых. Под влиянием сил горного давления породы над выработанными пространствами сдвигаются — происходят плавные опускания со скоростью до 250 мм/мес., образуются трещины.

ГЕОДЕЗИЯ ИЗУЧАЕТ ТЕХНОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Развитие народного хозяйства требует дальнейшего освоения разведанных запасов минерального сырья и поиска новых месторождений. Как же совместить рост добычи полезных ископаемых и нежелательное влияние техногенных процессов на рельеф и режим самых верхних слоев земной коры?

Прежде всего нужно детально изучить взаимодействие между оседаниями земной поверхности, изъятием полезных ископаемых, структурой горных пород и другими факторами. Советскими геодезистами были орга-



■ Сдвигание земных пород над выработками полезных ископаемых.

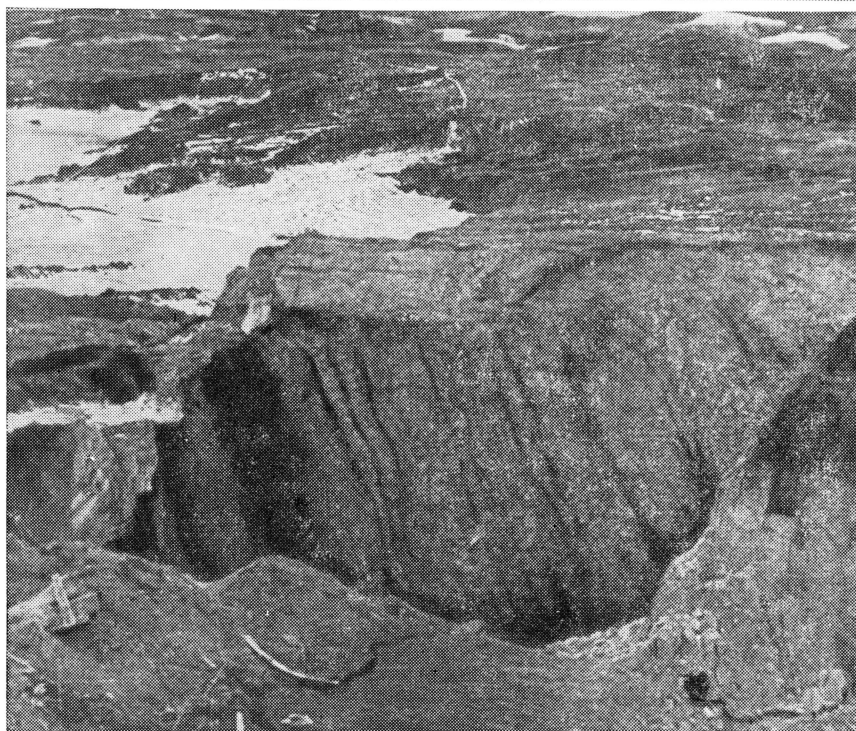
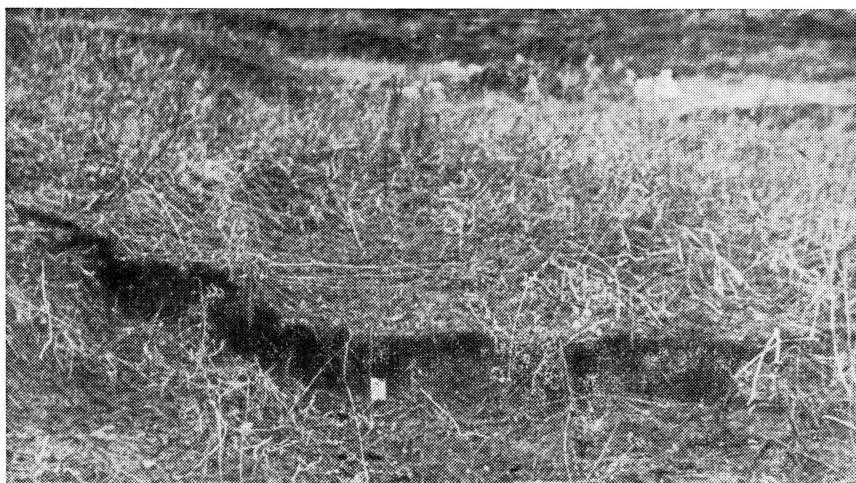
■ На нижнем рисунке — провальная воронка над районом выработки

низованы специальные наблюдения на полигонах в районе десяти нефтяных и газовых месторождений и трех угольных бассейнов — Донбассе, Кузбассе и Воркуте. Эти месторождения наиболее компактны, интенсивно эксплуатируются, имеют небольшую глубину залегания и благоприятные условия для нивелирных работ.

На каждом месторождении строится система нивелирных линий. Они пересекают месторождение и образуют несколько замкнутых полигонов с периметрами от 25 км и более. Периметры полигонов зависят от размеров изучаемой территории. За пределами месторождения прокладываются 3—4 нивелирные линии длиной 15—20 км. Конечные точки этих линий надежно закрепляются фундаментальными реперами.

Обычно нивелирные линии проходят по территориям с небольшими уклонами и твердым грунтом — вдоль шоссе и железных дорог, троп, по берегам рек, то есть по трассам, где условия работы для геодезистов наиболее благоприятны. В городах линии, как правило, прокладываются по улицам с небольшим движением транспорта. Все линии надежно закрепляются грунтовыми и стенными знаками. Расстояния между смежными знаками на линиях, пересекающих месторождения, не более 2 км, на остальных линиях — 4—5 км. Первое повторное нивелирование выполняется спустя 3—4 года. В дальнейшем сроки повторных нивелирований устанавливаются в зависимости от скоростей вертикальных движений земной поверхности.

Помимо геодезических данных, полученных из нивелирных работ, не-



обходимо знать объем добытых полезных ископаемых, структуру пород залегания (газа, нефти, воды, угля, руд), изменение пьезометрического уровня пластового давления и другие характеристики месторождения. Соотношение между ними и оседанием земной поверхности позволяет выявить некоторые закономерности, например четко проследить зависимость между снижением пьезометрического уровня вод скважины, оседанием земной поверхности и структурой горных пород, их мощностью. В дальнейшем, зная геологические и гидрологические условия в районах добычи вод, нефти и газа, можно будет предсказывать оседания земной поверхности и принимать действенные меры по борьбе с ними, например одновременно с добычей нефти и газа закачивать под большим давлением в пласты воду, взятую за пределами месторождения. Особенно важно предсказывать опускание в тех районах нашей страны, где такие движения земной поверхности вызывают заболочиваемость территории. Например, в болотистой местности после 20-летней добычи нефти без закачки воды может образоваться озеро глубиной до одного метра.

Так нивелирование оказалось одним из главных геодезических методов в изучении техногенных движений.



Техногенный рельеф: протяженная трещина (верхний рисунок) и провальные воронки на территориях выработок полезных ископаемых. Глубина воронки на переднем плане несколько метров



44-й РЕЙС «ГЛОМАРА ЧЕЛЛЕНДЖЕРА»

Научно-исследовательское судно «Гломар Челленджер» США проводило свой 44-й рейс в августе — сентябре 1975 года. Работами были охвачены районы Атлантического океана с координатами 30° с. ш., 76° з. д. (к северу от Багамских островов) и 28° с. ш., 75° з. д. (над восточной оконечностью подводного плато Блейк).

Бурение было выполнено в двух точках, где глубина моря около 2600 м, а в одной точке — 4975 м. Бурением в более мелководных районах пройдено 206 м. В верхней части колонки обнаружены среднеэоценовые илы, в нижней — более древние известняки.

В экспедиции удалось получить образцы кораллового рифа, ныне погрузившегося на глубину около 2700 м. Этот риф находится в 225 милях к востоку от Сент-Огастина (штат Флорида), на окраине подводного плато Блейк. Богатый известняками риф, очевидно, несколько раз за свою геологическую историю то поднимался над уровнем моря, то вновь погружался, причем его последнее погружение относится к периоду, отстоящему от нас примерно на 125 млн. лет. Подтверждение факта существования кораллового рифа важно как в теоретическом, так и в практическом отношении — при поисках полезных ископаемых на континентальном шельфе.

Бурение в точке с большей глубиной океана оказалось рекордным — было пройдено 1412 м, пока долото

не разрушилось в слое твердого кремнистого известняка.

В течение двух месяцев «Гломар Челленджер» проводил бурение на северо-востоке Атлантического океана, к западу от гребня подводного Срединно-Атлантического хребта. Этот район находится примерно в 10° к югу от места, где недавно закончились международные работы по проекту FAMOUS (Французско-американские подводные исследования срединно-океанического хребта).

Ныне участниками Проекта глубинного бурения кроме США стало несколько стран — СССР, ФРГ, Великобритания и Япония. В конце ноября 1975 года официально объявлено о начале международной фазы океанического бурения.

«Science News», 108, 19, 1975.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОЛНЦА

Недавно американский астроном Л. Аллен и австралийский физик Д. Росс опубликовали список относительного содержания 72 химических элементов на Солнце. На каждый миллион атомов водорода в солнечной атмосфере приходится 63 тыс. атомов гелия и 690 кислорода. Следующие десять наиболее обильных элементов такие: углерод (420), азот (87), кремний (45), магний (40), неон (37), железо (32), сера (16), кальций (2,2), никель (1,9), аргон (1,0).

«Sky and Telescope», 51, 6, 1976.

Но кроме вертикальных наблюдаются и горизонтальные смещения земной поверхности. Как правило, эти движения связаны с добычей твердых полезных ископаемых. Изучают горизонтальные движения также геодезическими методами. Создают и через 3—4 года повторяют сети триангуляции (измерения углов треугольников на местности), трилатерации (измерения сторон треугольников) и полигонометрии (измерения длин, последовательно связанных между собой прямых линий и горизонтальных углов между ними). Изменения координат точек свидетельствуют о горизонтальных смещениях поверхности.

Исследования показывают, что горизонтальные смещения более активны в зоне перехода от ненарушенной земной поверхности к тому ее участку, где произошло оседание. Горизонтальные смещения достигают в отдельных случаях нескольких десятков сантиметров.

Проблема изучения техногенных движений сложна и актуальна. Все возрастающая добыча подземных полезных ископаемых изменяет рельеф земной поверхности. Чем интенсивнее идет разработка, тем больших техногенных деформаций можно ожидать. На их устранение приходится затрачивать миллионы рублей. Геодезия дает народному хозяйству СССР детальные сведения об этих движениях, позволяет выявлять их причины и прогнозировать размеры опусканий.



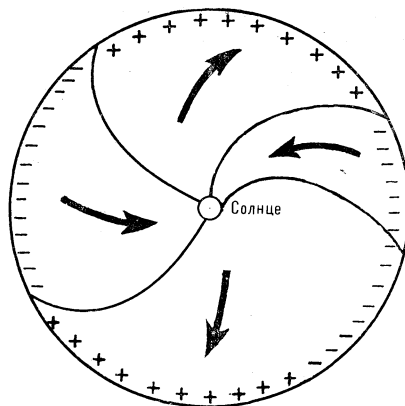
Кандидат физико-математических наук
Г. С. БИСНОВАТЫЙ-КОГАН

Проблемы магнитных полей в Космосе

Международный симпозиум «Проблемы магнитных полей в Космосе» состоялся в апреле 1976 года в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. На симпозиум приехали ученые из Англии, Венгрии, Голландии, ГДР, Италии, Польши, США и ФРГ, а также около ста советских специалистов, работающих в различных обсерваториях и научно-исследовательских институтах.

Четыре большие проблемы обсуждались на симпозиуме: магнитосферы Земли, планет и магнитное поле межпланетной среды; магнетизм Солнца и звезд; магнитные поля Галактики, радиогалактик и квазаров; магнетизм пульсаров, белых карликов и рентгеновских источников. Обсуждению каждой из этих тем предшествовали один или два обзорных доклада, которые делали известные ученые.

Магнитное поле межпланетной среды тесно связано с Солнцем. Магнитное поле Солнца вытягивается солнечным ветром и закручивается спиралью Архимеда. В обзорном докладе доктора Л. Свалгарда (США) отмечалась удивительная стабильность напряженности межпланетного поля. Напряженность почти не меняется в зависимости от солнечного цикла и равна примерно $5 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-5}$ Гс. Наблюдения показывают, что поле межпланетной среды имеет секторную структуру, которая связана с солнечным ветром. Четыре сектора соответствуют четырем частям сферы Солнца, расщепленной вдоль оси магнитного диполя двумя плоскостями. Соседние сектора характеризуются различным направлением магнитного поля.



На симпозиуме рассматривались механизмы генерации магнитного поля планет (в частности, динамомеханизм), роль магнитного поля при взаимодействии солнечного ветра с межзвездной средой, лабораторное моделирование обтекания магнитосферы Земли потоком солнечного ветра.

Магнетизму Солнца было посвящено два обзорных доклада. Профессор С. И. Сыроватский (СССР) рассказал о теоретических исследованиях солнечных вспышек. Он показал, что в плазме солнечной короны образуются тонкие слои, по которым течет сильный ток, в то время как в окружающей этот слой плазме токов почти нет. Появляются токовые слои вблизи нейтральной магнитной линии, где магнитное поле равно нулю. Такие нейтральные линии возникают в

короне, когда на Солнце наблюдается несколько солнечных пятен разной полярности. Токовые слои, распадаясь в результате тепловой неустойчивости, порождают солнечную вспышку. Время разрушения этого слоя 100 секунд, примерно столько же длится и вспышка. При разрушении токового слоя могут появиться быстрые протоны, наблюдаемые во время вспышки, а энергия, запасенная в слое, соответствует энергии вспышки.

В дискуссии по докладу С. И. Сыроватского были затронуты проблема устойчивости и распада солнечных пятен, аномалии химического состава вещества, выбрасываемого в ходе вспышки, роль плазменной турбулентности при солнечных вспышках и возможность их предсказания. Рассматривались также теоретические работы (механизм солнечного динамо, действующего в конвективной зоне Солнца, и распределение магнитного поля в этой зоне).

В обзорном докладе академика А. Б. Северного (СССР) были подытожены многолетние наблюдения магнитных полей Солнца и звезд, выполняемые в Крымской астрофизической обсерватории («Земля и Вселенная», № 3, 1973, стр. 2—11.— Ред.). Исследуя изменения радиальной скорости и магнитного поля, крымские астрономы выявили колебания локальных областей с периодом около пяти минут. В разных участках Солнца наблюдались быстрые (1—3 часа) изменения направления поля. Оценки индукционной ЭДС, связанной с этими изменениями, приводят к величине электрического поля 10^9 В. В двух полярных областях Солнца обнару-

■ Секторная структура межпланетного магнитного поля. Знак плюс соответствует полю, направленному от Солнца, знак минус — к Солнцу

жены синхронные изменения поля с амплитудой 1 Гс. Колебания магнитного поля зарегистрированы также у ярких звезд — Сириуса и Ригеля. Существенно, что изменения полей как на Солнце, так и на звездах вызваны нестационарными явлениями, протекающими на этих объектах, и не определяются вращением Солнца.

С большим интересом было встречено сообщение об открытии в Крымской астрофизической обсерватории крупномасштабных колебаний Солнца с периодом 2 часа 40 минут. Эти колебания также сопровождаются изменениями магнитного поля. Колебания очень стабильны: за два года наблюдений зарегистрировано отклонение по фазе от периода 2 часа 40 минут всего на 14 минут! Период 2 часа 40 минут более чем в 2 раза превышает период основной радиальной моды и может быть либо нерадиальным колебанием, соответствующим гравитационной моде, либо радиальным колебанием, вызванным нелинейным взаимодействием собственных линейных колебаний более высокой частоты. В КраО ведутся дальнейшие наблюдения этого явления, которые позволят установить его природу.

В нескольких коротких выступлениях было уделено внимание магнитным звездам. Изучаются аномалии их химического состава и пятнистая структура магнитного поля, а также переменность спектров магнитопеременных звезд.

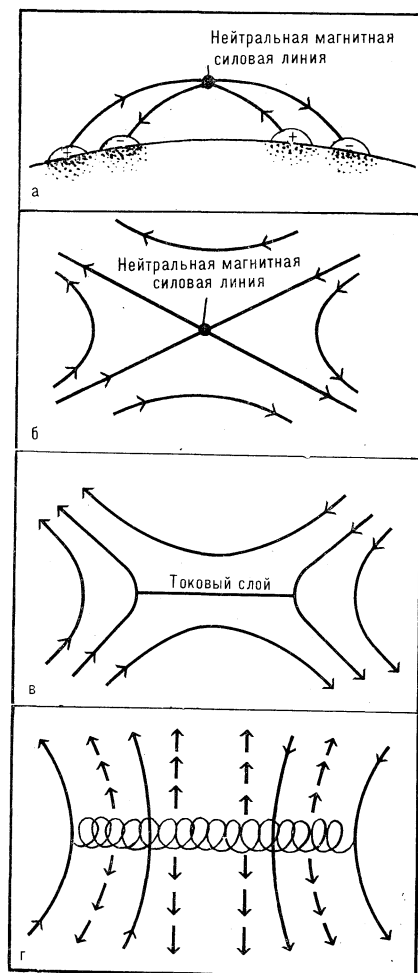
Богатый наблюдательный материал о магнитном поле Галактики представил в обзорном докладе доктор Д. Спелстра (Голландия). Этот материал удалось получить, измеряя по-

ляризацию радиоизлучения. Галактическое магнитное поле оказалось очень неоднородным.

Интересные теоретические работы были посвящены методам исследования магнитных полей по ориентации атомов, молекул и пылинок. Анизотропный поток излучения, действующий на атомы или молекулы в межзвездном пространстве и на пылинки в межпланетной среде, ориентирует пылинки вдоль направления магнитного поля. Изучая поляризацию рассеянного света, можно воссоздать структуру магнитного поля. Интерпретация уже имеющихся наблюдений позволила найти направления магнитных полей в межпланетной среде, в межзвездном пространстве и в окрестностях квазаров.

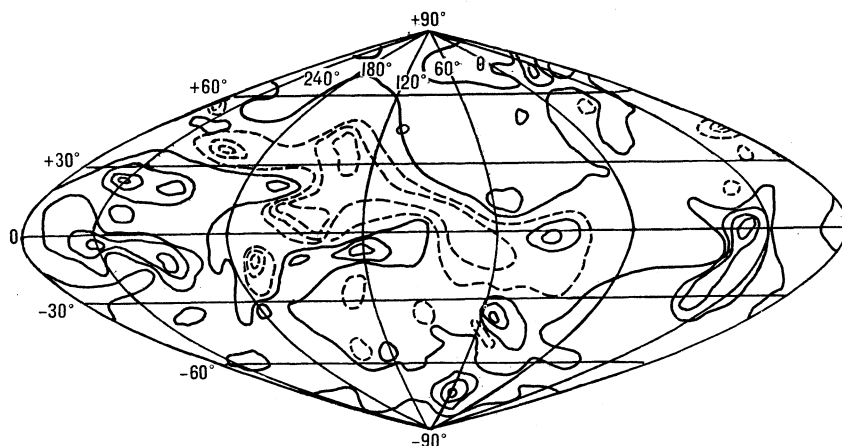
В нескольких выступлениях приводились оценки магнитных полей вблизи переменных ядер галактик. Например, в ядре NGC 4151 поле больше 0,1 Гс, в ядре NGC 1275 — около 1 Гс. Однако на симпозиуме были высказаны теоретические соображения в пользу значительно больших величин магнитного поля в ядрах галактик и квазаров (больше 10^3 Гс).

Обсуждение магнетизма пульсаров, белых карликов и рентгеновских источников началось с обзорного доклада академика В. Л. Гинзбурга (СССР). Он обрисовал современное состояние теории нейтронных звезд и излучения пульсаров, рассказал о свойствах вещества в сильном магнитном поле, особенностях поведения сверхпроводников в сильном поле. Считается, что протонная фаза внутри нейтронной звезды может быть сверхпроводящей. Весьма значительное влияние магнитного поля на струк-



туру атомов во внешних областях нейтронной звезды. Если поле на ее поверхности 10^{12} Гс, то более чем на порядок возрастают потенциалы ионизации атомов и плотность вещества на поверхности. Атомы приобретают форму, удлинненную вдоль направления магнитного поля, и образуют

Формирование нейтрального токового слоя, в котором магнитное поле равно нулю: а — картина силовых линий над солнечными пятнами с разной полярностью поля, в которой возникает нулевая линия магнитного поля; б — силовые линии магнитного поля в окрестности исходной нулевой линии; в — токовый слой, образующийся на месте нейтральной линии; г — распад токового слоя и образование быстрых частиц (указаны стрелками)



прочно связанные структуры типа полимерных цепочек. Такие изменения оказываются весьма существенными для механизмов излучения пульсаров: во всех предложенных механизмах электрическое поле должно вырывать электроны и ядра из нейтронной звезды.

Оживленно обсуждалась проблема поляризации оптического излучения рентгеновских источников. В Крымской астрофизической обсерватории была измерена линейная поляриза-

ция источника Геркулес X-1 и круговая поляризация Лебедя X-1 и Скорпиона X-1. Степени поляризации составляли 0,1—1%. Отмечалась сильная переменность круговой поляризации. О свойствах переменности поляризованного излучения ничего определенного пока сказать нельзя, так как велики ошибки наблюдений. Большинство исследователей считает, что поляризация света рентгеновских источников происходит не в межзвездной среде, а в самих источниках. В выступлениях теоретиков отмечалось, что возникновение поляризации в источниках может быть обусловлено только магнитным полем.

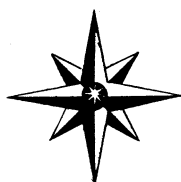
Успешно исследуется аккреция на нейтронные звезды и черные дыры. В этом явлении важную, а иногда и определяющую роль играет магнитное поле. Рассмотрены схемы образования долгопериодических рентгеновских пульсаров, радиопульсара в

двойной системе, строение магнитосферы барионных звезд. Изучались физические процессы в сильных полях — торможение протонов с учетом квантования электронных уровней в сильном поле и теория переноса излучения в сильном магнитном поле.

Большой интерес вызвало сообщение доктора Трюмплера (ФРГ) о наблюдении рентгеновских всплесков из шарового скопления NGC 6624 и из области центра нашей Галактики. В последнем случае число зарегистрированных всплесков достигло двух тысяч за 4 дня. Средняя мощность излучения всплеска около 10^{38} эрг/с, если расстояние до источника 10 кпс. Длительность всплесков 10 секунд, они разделены 1—3-минутным интервалом, причем время между всплесками прямо пропорционально суммарной мощности предыдущего всплеска.

В заключение следует отметить отличную организацию как научной программы симпозиума, так и досуга его участников. Ценность подобных конференций определяется не только представленными на них докладами, но и возможностью непосредственного общения ученых различных стран, работающих над близкими проблемами.

■ *Линии постоянной меры вращения плоскости поляризации от излучения внегалактических источников, отражающие распределение магнитного поля в Галактике. Угол поворота плоскости поляризации пропорционален величине и направлению магнитного поля. На пунктирных и сплошных линиях направления углов поворота, а соответственно и магнитных полей, противоположны*



ЭКСПЕДИЦИИ

Кандидат географических наук

Е. В. ВЕРЖБИЦКИЙ

Кандидат геолого-минералогических наук

А. Е. СУЗЮМОВ

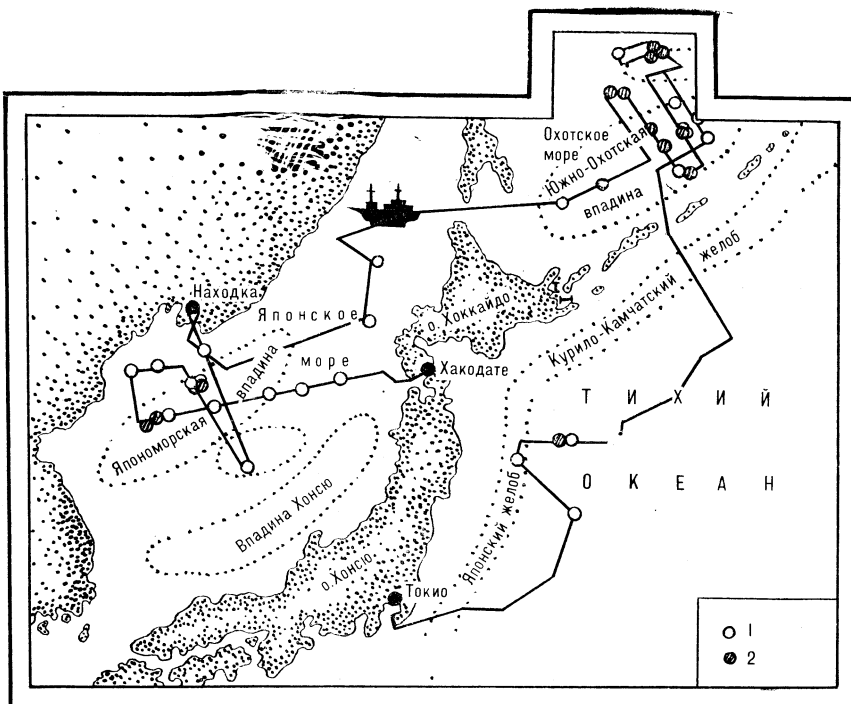
На «Виме» — в Охотское море

В середине лета 1975 года научно-исследовательское судно США «Вима» заканчивало очередной геолого-геофизический рейс в северной части Тихого океана. В Токио сменился научный состав экспедиции. Из США в Японию прилетел сотрудник Геологической обсерватории Ломонта-Дозерти Колумбийского университета, начальник новой экспедиции доктор М. Лангсет, здесь же к нему присоединился японский геолог-стратиграф доктор К. Курихара из Токийского университета образования. Через несколько дней «Вима» вновь должна была выйти в море.

Экспедиции, организованной Колумбийским университетом, предстояло исследовать глубинное строение окраинных морей северо-западной части Тихого океана — Японского и Охотского. Эти исследования проводятся американскими геофизиками по программе, связанной с Проектом глубоководного океанского бурения дна — международным проектом огромного научного значения, в осуществлении которого принимают участие многие страны, в том числе и СССР.

«Вима» — одно из первых в мире малотоннажных судов, оборудованных специально для геофизических работ. Круглый год с ее борта проводятся комплексные геофизические исследования преимущественно на акватории Тихого океана. Новая экспедиция и по тематике, и по объему работ была похожа на предыдущие.

«Вима» вышла из Токио и, проведя исследования в Японском море, встала на рейде порта Находка, где на борт был принят советский участник экспедиции Е. В. Вержбицкий. Пред-



стоял месяц работ в Охотском море. Трое ученых, составивших интернациональный научный коллектив, и семь техников выполняли научную программу, используя весь комплекс судовой геофизической аппаратуры.

■ *Схема маршрута научно-исследовательского судна «Вима» в Японском и Охотском морях: 1 — станции, где измерялся тепловой поток, идущий из глубин Земли; 2 — пункты измерений методом глубинного сейсмического зондирования*

«ВИМА»

«Вима» оснащена самыми современными геофизическими приборами. Именно поэтому в экспедициях участвуют иногда всего несколько квалифицированных ученых и небольшой штат техников.

Главная рабочая лаборатория корабля находится в кормовой части. Здесь в одном просторном помещении собрана электронная и регистрирующая геофизическая аппаратура для исследования земной коры под океаном. Рельеф дна записывает стандартный эхолот, снабженный преци-

зионным регистратором. Он излучает в воду ультразвуковые импульсы частотой 12 кГц, которые отражаются от дна в виде акустического эха. Акустическое эхо преобразуется в электрические сигналы, фиксирующие на ленте самописца профиль дна. Однако такой эхолот не позволяет заглянуть в глубь Земли. «Просветить» поверхностную толщу осадков до 50 м можно установленным на «Виме» эхолотом с частотой излучения 3,5 кГц. Толщу земной коры до глубин 1—2 км «просвечивает» сейсмический профилограф. Он работает, как и эхолот, но частота его излучения значительно ниже (30—40 Гц), а мощность акустического импульса высокая. Профилограф состоит из источника звуковой энергии (пневматической пушки), приемника отраженных сигналов (сейсмической косы), буксируемых за кораблем, и бортовой регистрирующей системы. Методом непрерывного сейсмического профилирования можно не только регистрировать осадочные слои и различные деформации в них (складки, разломы), но и записывать рельеф акустического фундамента — жесткой акустической границы (подшвы рыхлых осадков), дальше которой сейсмический сигнал, посылаемый пневматической пушкой, не проходит.

Однако фиксировать и границы раздела в земной коре, и ее подошву под дном океана можно лишь, применяя метод глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ). Источником энергии в этом методе служат взрывы. Полезные сигналы принимает плавающая электронная система (радиобуй), которая передает их на борт судна. В рейсе на «Виме» впер-

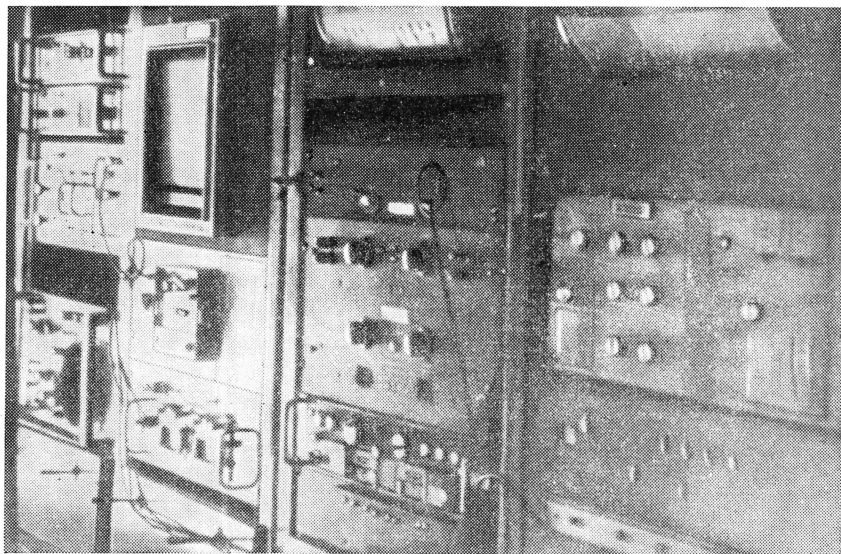
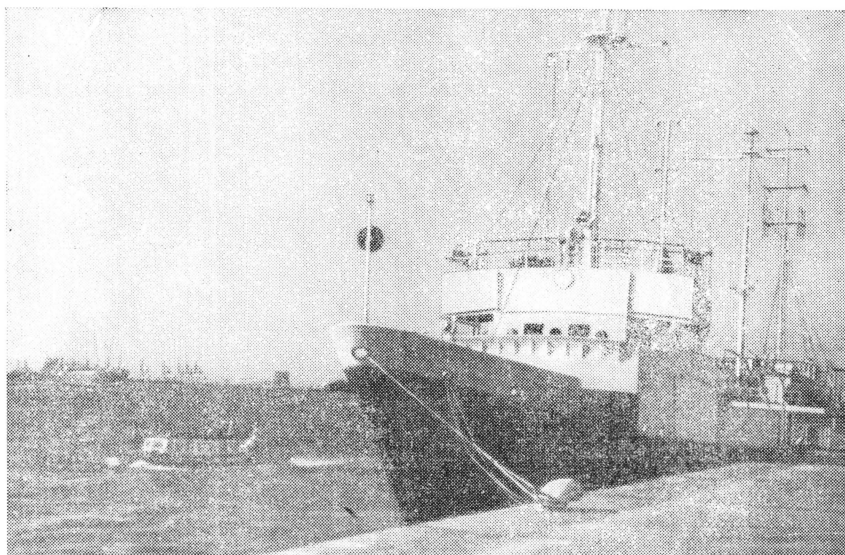
вые использовалась серийная система глубинного сейсмического зондирования, изготовленная в Техасе и предназначенная для поисков нефтяных

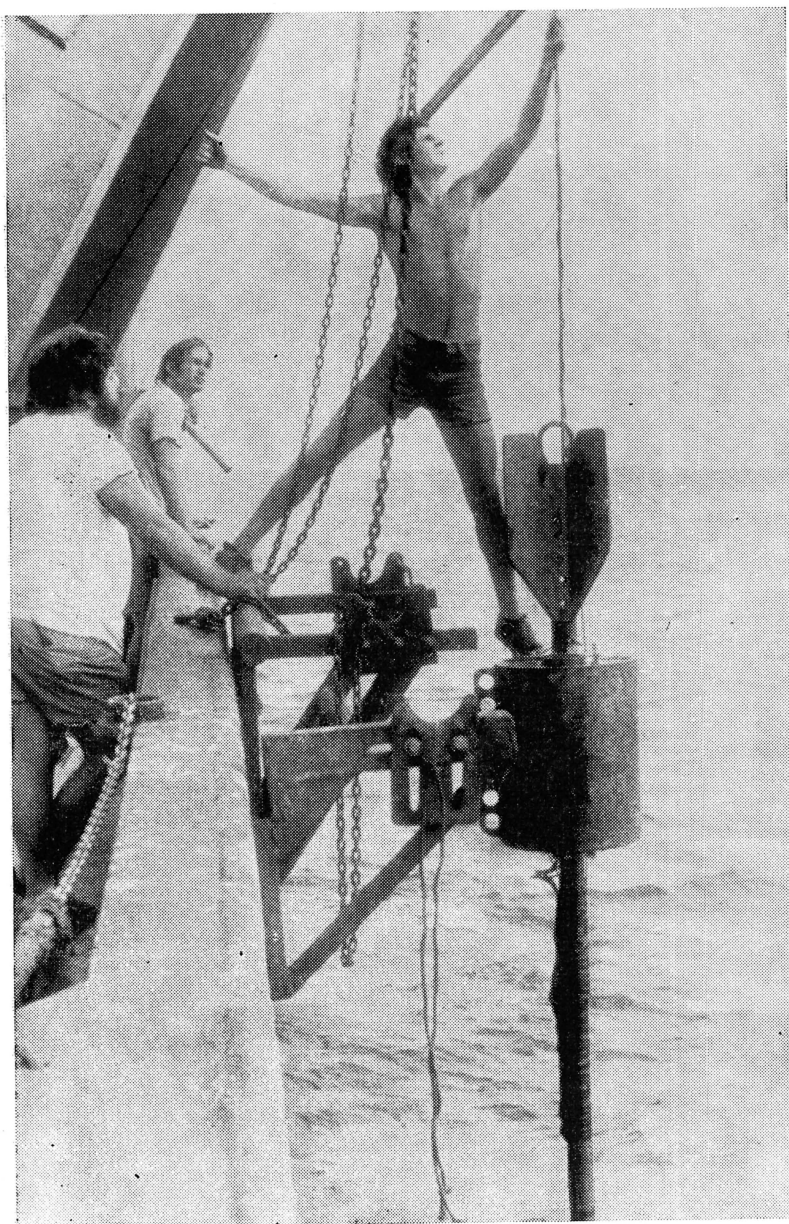
■ *«Вима» у причала в порту Токио*

■ *Аппаратура в главной геофизической лаборатории «Вимы»*

структур на шельфе. Но методом глубинного сейсмического зондирования обычно исследуют геологические структуры лишь в нескольких точках разреза, уже обследованных другими геофизическими методами.

В кормовой лаборатории «Вимы» регистрируются также аномалии гравитационного и магнитного полей, по которым можно судить о намагни-



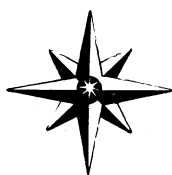


изучать поток тепла, идущий из недр Земли, и отбирать образцы глубоководного грунта. За местоположением судна в открытом океане следит система спутниковой навигации, обработку геофизической информации ведет портативная ЭВМ.

Геофизической аппаратуре на «Виме» отведено лучшее помещение. Научный и технический состав вместе с командой живет в твиндеке, под главной палубой, в отделенных друг от друга металлическими перегородками небольших двухместных каютах без иллюминаторов.

Интересна история «Вимы». «Вима» построена в 20-х годах в Швеции. Это была легкая и подвижная парусная яхта 70 м длиной и 10 м шириной. На ней высились три 35-метровые мачты с белоснежными парусами. Ее корпус водоизмещением 900 т изготовлен из специальной долговечной стали. Яхта принадлежала судовладельцу Витлисон, который и дал ей имя «Вима». (Слово «Вима» образовано из двух первых букв фамилий судовладельца и его жены — Витлисон и Мауд.) Каюты «Вимы» украшали прекрасные картины, восточные ковры, дорогие вазы и статуи. Однажды вблизи Нью-Йорка «Вима» попала в 12-балльный шторм, крен судна достиг 45°, бортовые планшири касались воды. Постепенно судно наполнилось водой и погрузилось на

■ Судно легло в дрейф. За борт опускается геологическая трубка с укрепленным на ней термоградиентометром. Она принесет образцы глубоководных осадков и данные о потоке тепла, идущего из глубин Земли



ЭКСПЕДИЦИИ

дно, к счастью, в неглубоком месте, и вскоре «Виму» удалось поднять на поверхность. Ущерб от гибели ее богатого внутреннего убранства превысил стоимость самой яхты.

В начале второй мировой войны все большие яхты, в том числе и «Вима», были конфискованы в национальных интересах США. Она плавала как патрульный корабль: считалось, что парусные суда могут легко подкрадываться к подводным лодкам противника и уничтожать их. После войны «Вима» принадлежала морской школе США и использовалась как общежитие для курсантов. Позднее ее за ненадобностью отбуксировали на кладбище кораблей, но вскоре в руках находчивого канадца она обрела вторую жизнь — он продал яхту Колумбийскому университету.

В 1953 году «Вима» — первое исследовательское судно Геологической обсерватории Ламонта-Доэрти — вышло в рейс. К этому времени паруса заменили дизельной машиной, которая развивала максимальную скорость 10 узлов. Судно могло принять на борт до 20 человек научного состава и 20 членов экипажа. С тех пор оно не перестраивалось. Сейчас строгим внутренним убранством «Вима» походит на военный корабль, и вряд ли кто вспоминает, что раньше это была яхта, служившая для увеселительных прогулок.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОКРАИННЫХ МОРЕЙ

Окраинные моря (Охотское и Японское в их числе) и островные дуги планеты — зоны перехода от океана к континенту — давно привлекают

к себе внимание геологов разных тектонических школ. Интерес к этим структурным образованиям огромен.

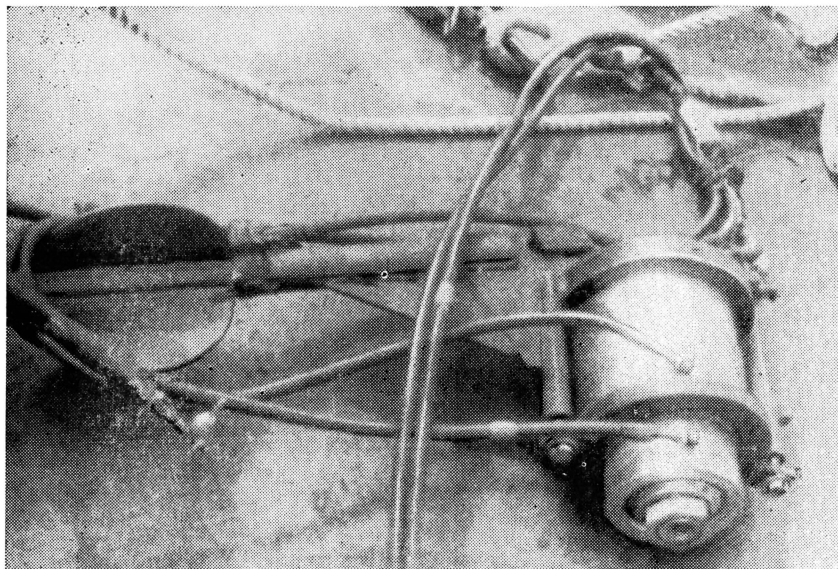
Долгое время сведения о глубинном строении земной коры в зонах перехода не давали возможности сделать более или менее определенный вывод об их эволюции. Глубоководные желоба хранили секреты под 8—10-километровой толщей вод; островные гряды предоставляли геологам богатый, но весьма противоречивый материал о вулканической «шапке» этих гигантских подводных хребтов, а окраинные моря, удивляя пестрым составом земной коры, скрывали наиболее погруженные участки дна под мощным слоем рыхлых осадков.

Анализ геолого-геофизических данных по окраинным морям привел исследователей к трем противоположным выводам об их происхождении. Согласно первому, окраинные моря — это реликты, отшнурованные от ложа океана в момент образования островных дуг; в таком случае, они должны быть достаточно древними. Второй вывод: окраинные моря — структуры растяжения, возникшие в процессе дрейфа материков, или литосферных плит. Сущность третьего вывода заключается в том, что окраинные моря — новообразования, возникшие при обрушении материковой коры. Во втором и третьем случаях — это молодые образования. Три взаимоисключающие концепции опирались на одни и те же геофизические данные о глубинном строении зоны перехода. И хотя объем геофизических съемок в окраинных морях и их детальность год от года возрастают, а геофизическим мето-

дам становятся доступны все большие глубины, основной вопрос о происхождении систем островных дуг и впадин окраинных морей до сих пор остается спорным.

Новые перспективы перед морской геологией открыло глубоководное бурение дна океана, осуществляемое с бурового судна «Гломар Челленджер». Оказалось возможным изучать вещество земной коры, скрытой под океаном, не только косвенными геофизическими методами, но и, поддерживая образцы пород в руках, делать все необходимые лабораторные анализы. Бурение в океане было начато в 1968 году. Вначале предстояло решить вопрос о составе, происхождении и возрасте осадочного чехла коры, в котором зафиксирована геологическая история океана в период мезозоя — кайнозоя, то есть за последние 100—200 млн. лет. Сейчас уже сделана попытка значительно глубже проникнуть в толщу земной коры. В 1975 году работы приняли международный характер. В связи с этим особенно возросло значение интернациональной кооперации в проведении комплексных исследований. 1976-й год был для международного Проекта глубоководного океанского бурения годом Атлантики, 1977-й будет годом Тихого океана.

«Гломар Челленджер» летом 1977 года проведет бурение в Охотском море. К этим работам большого научного значения уже несколько лет готовятся геологи и геофизики многих исследовательских центров Советского Союза. В Охотском море по международной программе два сезона работали советские экспедиции — научно-исследовательские суда



Института океанологии АН СССР «Витязь» и «Дмитрий Менделеев». Были проведены детальные геофизические исследования небольших, специально выбранных участков дна для будущих буровых скважин. Изучением акватории Охотского моря занимались ученые Сахалинского научно-исследовательского института Дальневосточного научного центра и Тихоокеанской экспедиции Министерства геологии СССР. А летом 1975 года свою лепту в международные исследования Охотского моря внесла экспедиция на «Виме».

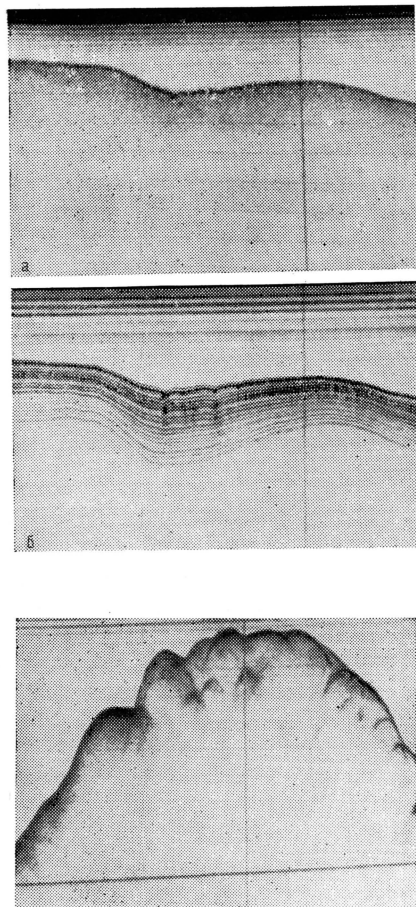
НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ

Если взглянуть на профиль рельефа дна Охотского моря, то хорошо видно, что его можно разделить на

две принципиально разные области «погруженный рельеф» (глубина порядка 1,5 км) и глубоководная Южно-Охотская впадина (глубина более 3 км). В современном рельефе дна область погруженного шельфа представляет собой довольно однообразную поверхность, осложненную двумя невысокими возвышенностями (Академии наук и Океанологии) и несколькими слабо выраженными в рельефе впадинами. Высказывается мнение, что вся эта область занята древним докембрийским массивом Охотия, поверхность которого в ре-

Источник акустической энергии — пневмопушка подготовлена к пуску в воду

зультате эвстатических колебаний уровня океана или переработки континентальной коры была погружена до современного уровня. Однако недавние исследования, выполненные советскими океанологическими экспедициями на «Витязе» и «Дмитрии Менделееве», подтверждают другую точку зрения. Вероятно, в зоне погруженного шельфа Охотского моря располагаются два складчатых пояса палеозойского (на севере) и мезозойского (на юге) возраста. В частности, мезозойский складчатый пояс, к которому принадлежит и возвышенность Академии наук (прежняя островная дуга), образует крутой северный склон глубоководной Южно-Охотской впадины. Здесь уже проводились детальные геофизические работы судами АН СССР, но «Вима» дополнила наши знания об этом интересном районе результатами глубинного сейсмического зондирования. В дальнейшем итоги советских и американских наблюдений будут анализироваться рабочей группой по исследованию районов скважин (в рамках международного Проекта океанского бурения). Группа экспертов из различных стран, включая и специалистов СССР, на основании всего комплекса геолого-геофизических данных выберет одну-единственную точку для бурения скважины в области погруженного шельфа. Эта скважина должна дать наиболее полное представление об истории происхождения возвышенности Академии наук и всего мезозойского пояса. Значительные работы, включая измерения методом глубинного сейсмического зондирования, проведены «Вимой» в Южно-Охотской котлови-



Рельеф дна, записанный с помощью обычного 12 кГц эхолота (а). В приповерхностной толще осадков, «просвеченной» 3,5 кГц эхолотом (б), видны многочисленные осадочные слои

Так выглядит на ленте эхолота засыпанный осадками вулкан

не, где также будет выполнять бурение «Гломар Челленджер».

«Вима» делала галс за галсом, пересекая котловину, а на лентах профилографа появлялись то островершинный вулкан, целиком засыпанный и невидимый на поверхности дна, то пологое сводовое поднятие акустического фундамента. По аномалиям гравитационного поля установлено, что своды фундамента представляют собой части единой глубинной структуры, захороненной под мощным (более 3 км) осадочным чехлом. А по данным сейсмического зондирования удалось обнаружить под осадками в котловине так называемый «надбазальтовый» слой, имеющий, скорее всего, вулканогенно-осадочное происхождение. Его-то и попытается достичь «Гломар Челленджер» в процессе бурения.

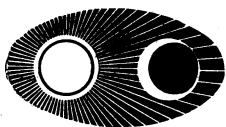
Сейчас еще, пожалуй, рано говорить о том, какая из концепций происхождения Охотского моря более правильна. Многое будет зависеть от того, каким окажется геологическое строение, природа и возраст «надбазальтового» слоя глубоководной Южно-Охотской котловины. Если же проанализировать геолого-геофизические данные, полученные на «Виме», совместно с фактическим материалом по всем окраинным морям Тихого океана, то выясняется, что они, как правило, имеют довольно молодой геологический возраст. Это вполне согласуется с концепцией «тектоники литосферных плит», трактующей окраинные моря как результат растяжения коры в процессе дрейфа гигантских блоков литосферы.

Вопросы происхождения окраинных

морей представляют не только теоретический интерес. Результаты работ с нетерпением ждут и геологи-практики. Ведь там, на дне Охотского моря, могут быть найдены различные ценные полезные ископаемые, а прогноз их месторождений во многом зависит от того, какова история происхождения окраинных морей.

Выполнив обширный комплекс геофизических исследований в Охотском море, «Вима» вышла в Тихий океан. Здесь предстояло провести исследования в районе Курило-Камчатского желоба. Но этим работам помешал тайфун «Тесс». Сила ветра достигала 10 баллов. Крен судна приближался к критическому, на судне была объявлена аварийная обстановка. Предназначенный для глубинного сейсмического зондирования динамит, имеющий способность к детонации от резких ударов, срочно был выброшен за борт. Это случилось за три дня до окончания экспедиции.

Прорвавшись сквозь шторм, «Вима» вернулась в Токио. Участники экспедиции разъехались по своим институтам, а «Вима», взяв на борт новую группу ученых, направилась к югу, к Австралии. Теперь ей предстояло изучать природу окраинных морей юго-западной части Тихого океана.



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Начавшаяся на страницах нашего журнала дискуссия о курсе астрономии в общеобразовательной школе будущего [№ 1, 1975] заинтересовала многих читателей. Ряд материалов дискуссии был напечатан в № 1, 3, 4, 6 за 1975 и в № 4, 5 за 1976 годы. Ниже продолжается публикация откликов читателей.

Роль программы в улучшении преподавания астрономии

Улучшение преподавания астрономии в будущем зависит от многих факторов, и не известно, каким будет фактическое положение этой дисциплины в учебном плане школы. Перед школой неотступно ставится задача уменьшить перегрузку учащихся и сократить многопредметность. Поэтому сейчас снова начинают говорить о том, что астрономию надо слить с физикой. Поглощение меньшего большим, в особенности соседом, явление частое и в природе, и в быту. За последние 40 лет мне уже не раз приходилось отстаивать астрономию как самостоятельный предмет. Сейчас необходимость в этом усиливается в связи с тем, что тенденция объединения астрономии с физикой находит поддержку у методистов в Академии педагогических наук СССР.

Теоретически это обосновывается тем, что оба предмета все рекомендуют вести учителю физики, что в астрономии центр тяжести приходится на астрофизику, что в общей программе легче согласовать последовательность изучения вопросов (например, основы спектрального анализа и его применение в астрофизике). Но на практике дело сведется к поглощению астрономии физикой, к потере всякого контроля астрономической общественности над преподаванием астрономии, ибо будет некая единая программа, в которой среди многих физических тем будут разбросаны вопросы астрофизики.

Астрономия имеет свою специфику, отличную от физики, хотя и считается наукой физико-математической. Но физика опирается на опыт, а астрономия — на наблюдения, и в

ней **всегда останется силен описательный материал**, роднящий ее с географией. Часто от очень важных описаний явления до его теории дело не доходит. Все, по-видимому, согласны с тем, что даже физику нельзя преподавать одним лишь логическим развитием некоторых исходных положений, то тем более это невозможно для астрономии. Попытки теоретизировать астрофизическую часть курса почти не удалось. Как и следовало ожидать, не только времени, но и школьной подготовки по физике недостаточно даже для самого элементарного вывода физических условий в центре Солнца. Недоступность восприятия астрономических теорий школьниками в большинстве случаев оправдывает описательность их изложения.

Совершенствование преподавания в школе, тем более по углубленной программе, требует улучшить подготовку учителей. Во многих автономных республиках и областях подготовка учителей, в общем, поднята на высшую ступень — педагогические институты заменены университетами («Земля и Вселенная», № 6, 1971, стр. 57—58.— Ред.). Однако если в педагогических институтах студенты-физики имели 120 часов на курс астрономии (из них 48 лабораторных занятий), то в новых университетах на астрономию отводится только 48 часов на лекции и 20 часов на упражнения (не лабораторные!). Вместо экзамена в университете сдают зачет. Студенты-математики астрономию не изучают. У студентов-географов 36 часов лекций по астрономии и 18 часов лабораторных занятий, которые они имели в педагогических институтах,

заменены в университетах 38 часами лекций (столько же, сколько в школе!), а упражнения полностью отменены. И наконец, для физиков на вечернем отделении оставлено только 18 часов лекций по астрономии (вместо 34!). Такова «динамика» совершенствования подготовки учителей, которые должны преподавать астрономию!

Уровень подготовки учителей астрономии в новых университетах снизится еще и качественно: кто из специалистов-астрономов поедет преподавать 18- и 38-часовые курсы? И даже если в нескольких педагогических институтах будет продолжаться обучение на специальных физико-астрономических отделениях, то это не решит проблему хорошей подготовки учителей астрономии, так как число выпускников этих отделений совершенно недостаточно.

При таких перспективах астрономической общественности следует прежде всего бороться за восстановление хотя бы уже существовавшего положения астрономии и в школе и в вузах, подготавливающих учителей. Чтобы повысить уровень преподавания астрономии в школе, необходимо в первую очередь серьезно обсудить **содержание обучения**, а уже затем обсуждать порядок изучения тем — программу по астрономии.

Главное нужно решить, от чего в курсе астрономии действительно можно отказаться, чтобы оставшееся изучить глубже, крепче запомнить. И здесь мы сталкиваемся с легкомысленным пренебрежением ко всей классической астрономии — к самым исходным и практическим достижениям астрономии. Между тем как раз

вообще классическая астрономия в курсе школы предоставляет большие возможности для развития вполне доступной теории, использующей геометрию и кинематику, а также наглядно показывающей достоверность астрономических выводов и предвидений.

У специалистов-астрономов, лишь недавно бросившихся в пучину методики, мы иногда наблюдаем чудовищное непонимание того, что программа и учебник рассчитаны на среднего учащегося общеобразовательной школы, а не на членов астрономических кружков, с которыми эти «методисты» в лучшем случае только и встречались. Они говорят: «школьники хотят знать то-то», «школьники могут понять это». Неверно! Им следует говорить не «школьники», а «**любители астрономии** среди школьников». Надо взвесить, что должны понять и выучить рядовые школьники, которые никогда не будут заниматься астрономией. Общеобразовательная школа призвана дать лишь обязательный минимум астрономических знаний, а развить их дальше тому, кто имеет к астрономии склонность, помогут кружки и литература.

В ходе обсуждения проекта программы по астрономии в «Земле и Вселенной» (№ 4, 1975, стр. 76—78; № 6, стр. 64—70) были высказаны всевозможные противоречивые суждения о школьном курсе, но очень мало говорилось о таких важнейших вопросах, как климатические условия в СССР и о принципе «от знакомого к незнакомому».

Прежде всего надо стремиться «теорию строить на основе опыта», «объяснение небесных явлений давать

на основе личного наблюдения этих явлений». Поскольку пропедевтические наблюдения в 8—9 классах до сих пор не осуществляются, их необходимо проводить в 10 классе и как можно скорее, чтобы на них опираться. Лучше всего организовать наблюдения в сентябре — начале октября: вечер наступает рано и еще не холодно. Изучение созвездий и суточного вращения неба удобно в это время совмещать с показом в телескоп Луны и планет. Планировать же наблюдения на морозную и пасмурную зиму, связывая их с астрофизическим изучением звезд, по-моему, неразумно. В астрогнозии и практической астрономии знать физическую природу звезд и расстояния до них не нужно. Поздно, говоря о физике звезд, давать понятия о координатах. Согласно проекту программы, предложенному Е. П. Левитаном («Земля и Вселенная», № 1, 1975, стр. 80—84), первый урок по астрогнозии падает на конец октября, когда уже ясное небо бывает редко и холодает. Фактически астрогнозия по этой программе приходится на ноябрь, поскольку «Введение», включающее открытия Галилея, конфигурации планет, законы Кеплера и Ньютона, ориентировку на небе и решение задач, потребует не трех часов, а, скорее, шести. Это уже не «Введение», а почти вся классическая астрономия, как бы ее ни комкали.

Е. П. Левитан в своем проекте программы выдвинул принцип: «Солнце важно для Земли, оно играет исключительную роль в Солнечной системе, его можно довольно успешно наблюдать в школьные телескопы, оно — ближайшая к нам звезда

(а Вселенная — это мир звезд!), и поэтому начинать изучение астрономии надо с него». На мой взгляд, важнее принцип «отталкиваться от более знакомого». Вот Земля, и по важности, и по наибольшему знакомству с ней, могла бы стоять в школьном курсе астрономии на первом месте. А от нее легче всего переход не к плазме, а к сходным с Землей планетам, о которых учащиеся имеют представление благодаря широкой пропаганде успехов космонавтики. Изучению звезд, конечно, должно предшествовать изучение Солнца и не только потому, что таков был путь науки. Школьники сами могут видеть на Солнце те явления, существование которых на звездах ученые лишь предполагают. Принцип наглядности и принцип «от простого к сложному» забыты в потопе скороспелых программ, бьющих больше всего на оригинальность.

В проекте программы, разработанном Е. П. Левитаном, почти не уделено внимания методам исследования планет и звезд, астрономическим приборам, а это — важнейший вопрос, без которого невозможно правильно оценить раскладку часов по темам. Заметим, что при его изучении вряд ли следует рассчитывать на помощь курса физики. Физики, наоборот, предпочитают «спихивать» на маленький курс астрономии свои собственные темы — устройства телескопа, принцип Доплера и др.

Один из участников дискуссии в «Земле и Вселенной» расхваливал программу, предложенную Е. П. Левитаном, за то, что она содержит упражнения, которые помогут лучше усвоить учебный материал. В течение десятков лет все программы и все

Принципы построения программы по астрономии

методики советуют упражняться. Еще недавно выпускались задачки для школы; вновь переиздан мой сборник задач и упражнений. Если задачи и упражнения не выполняются в школе, то лишь от недостатка времени или от неподготовленности учителя. В 8-е издание школьного учебника по астрономии я включил много новых упражнений, требующих **измерений** снимков, которые имеются в учебнике. Такие упражнения позволяют имитировать работу ученых, делают более понятными методы познания. Но насколько ученики реально помнят то, о чем мы им напоминаем, покажет только опыт. Отрывочные сведения, полученные где-то, когда-то, не так прочно запоминаются, как при **систематическом** изучении предмета.

Для улучшения преподавания астрономии в первую очередь нужно сохранить ее как самостоятельный учебный предмет, добиться хотя бы восстановления прежней системы астрономической подготовки учителей физики и уже после этого серьезно и ответственно обсуждать **развернутые программы**. Очень полезно изучить материалы обследования знаний более тысячи учащихся города и села. Эти материалы систематизированы в Академии педагогических наук СССР.

Член-корреспондент Академии педагогических наук СССР, заслуженный деятель науки РСФСР
Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

Существующая в средней школе программа по астрономии, на наш взгляд, не отвечает целям и задачам преподавания этого предмета. Проект, предложенный Е. П. Левитаном («Земля и Вселенная», № 1, 1975, стр. 80—84), нам кажется значительным шагом вперед по сравнению с действующей программой, но и он еще не решает многих проблем астрономической подготовки учащихся.

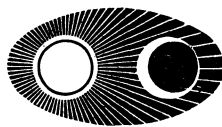
Обсуждение проекта программы в журнале «Земля и Вселенная» (1975, № 4, стр. 76—78, № 6, стр. 64—70; 1976, № 4, стр. 77—82), показало, что отдельные авторы стоят на позициях, в основе которых лежит стремление «подогнать» программу под школьный учебник астрономии Б. А. Воронцова-Вельяминова. Этот учебник, значительно улучшенный после многочисленных критических замечаний в адрес его первых изданий, все же не отвечает современным задачам и целям преподавания астрономии.

В настоящее время в комиссиях Министерства просвещения СССР готовятся проекты новых программ по астрономии для средних школ и педагогических институтов. К сожалению, одновременно разрабатывается также идея сокращения курса школьной астрономии и последующей его ликвидации путем слияния с курсом физики. Кстати, направление этого «научного» исследования было признано несостоятельным и резко осуждено VI съездом Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО). Коротко говоря, мы переживаем сейчас «год программно-творческой активности». В связи с этим, как нам пред-

ставляется, назрела необходимость внести ясность в вопрос об основных принципах составления учебных программ вообще и школьной программы по астрономии в частности. Нужно систематизировать те соображения, которые неоднократно высказывались в методической литературе (См., например, «Физика в школе», № 1, 1970. Е. П. Левитан. Выше идейный уровень преподавания астрономии в средней школе.), и попытаться объединить усилия отдельных методических направлений на базе согласованных принципов. Только при этом условии мы сможем создать программу высокого качества, на что нацеливают решения XXV съезда КПСС.

Совершенно ясно, что соответствующая работа должна проводиться в такой последовательности. Сначала необходимо полностью отдать себе отчет в целях и задачах обучения, которое в наших советских школах носит воспитывающий характер. В процессе обучения мы должны воспитывать сознательных строителей коммунизма с марксистско-ленинским мировоззрением, патриотов Советской Родины, которые хорошо владеют основами наук, подготовлены в политическом и общежитийском смысле, умеют применять свои знания на практике и способны самостоятельно осваивать новую информацию. В век научно-технической революции поток информации иногда затмевает значение основ наук и приводит к недооценке роли ее классических разделов.

Далее необходимо определить содержание учебного курса, учитывая цели и задачи обучения и исходя из



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

предмета данной конкретной науки. Но определение содержания курса не является прерогативой только ученых.

На торжественном заседании, посвященном 250-летию юбилею Академии наук СССР, Л. И. Брежнев говорил: «Диктовать вам детали научной тематики, пути и методы исследований мы не собираемся, — это дело самих ученых. Ну а главные направления развития науки, главные задачи, выдвигаемые жизнью, будем определять совместно». Эти слова Л. И. Брежнева, сказанные в адрес советских ученых, целиком относятся и к методистам — создателям учебных программ. Только после того, как с учетом политики нашей партии в области народного образования определено содержание предмета, прерогатива начинает принадлежать методистам, решающим вопросы целесообразности последовательности запланированных тем.

Из сказанного, в частности, вытекают два следствия. Во-первых, содержание учебного курса ни в коем случае нельзя отождествлять с предметом науки. Несколько утрируя, можно сказать, что в школьном плане термин «астрономия» следует понимать как условное наименование суммы знаний, которые необходимо дать учащимся в соответствии с требованиями жизни и которые к науке астрономия имеют наибольшее отношение. Например, если бы элементы метеорологии, столь важные для подготовки учащихся к сельскохозяйственной деятельности, не сообщались ни в одном другом учебном курсе, их следовало бы включить в астрономию. Роль астрономии в

службе погоды, по нашему мнению, должна излагаться в курсе астрономии как один из важнейших вопросов.

Еще одно следствие состоит в том, что указание фамилии автора программы становится анахронизмом. Программа — результат коллективного творчества и в определенной мере — партийный документ. Не случайно поэтому VI съезд ВАГО вынес решение ходатайствовать перед Министерством просвещения СССР об издании программ от имени министерства, без указания их составителей.

Другое дело учебник. Его, конечно, нужно писать после составления программы, и он должен строго ей соответствовать. Это — заключительная стадия триады «цели обучения — программа — учебник». Естественно, что создание хорошего учебника в огромной мере зависит от таланта автора как методиста и необходимость его имени на титульном листе книги не вызывает сомнения. Именно поэтому иногда предлагают в порядке эксперимента по одной программе писать несколько учебников.

Перейдем теперь к детальному обсуждению упомянутых этапов создания программ применительно к курсу астрономии.

В соответствии со спецификой, наибольший вклад астрономия может внести в решение следующих задач: атеистическое воспитание (история астрономии и ее борьба против религии), патриотическое воспитание (развитие и достижения советской космонавтики, а также создание уникальных астрономических инструментов — 6-метрового рефлектора и ра-

диотелескопа РАТАН-600), воспитание марксистско-ленинского диалектико-материалистического мировоззрения (некоторые разделы астрофизики и небесной механики), политехническая подготовка (астрометрия и космонавтика).

Решая вопрос о содержании учебного курса по астрономии, необходимо руководствоваться партийно-правительственными указаниями.

В докладе Л. И. Брежнева на XXV съезде КПСС говорится: «Из поля зрения советских ученых не должны выпадать обострившиеся за последнее время проблемы окружающей среды и народонаселения. Улучшение социалистического природопользования, разработка эффективной демографической политики — важная задача целого комплекса естественных и общественных наук»*.

Нет необходимости доказывать, что проблемы взаимоотношения человека с окружающей средой, вследствие своей огромной практической значимости, в недалеком будущем займут ведущее место в научных исследованиях. Понятие «окружающей среды» будет непрерывно расширяться, постепенно включая в себя ближний, а затем и дальний космос. Уже сейчас на различных футурологических конгрессах и на других форумах, а также на страницах печати обсуждается роль космонавтики и обслуживающей ее астрономии в решении экологических проблем. Итак, в практическом отношении одним из важнейших

* Л. И. Брежнев. Отчет Центрального Комитета КПСС и очередные задачи партии в области внутренней и внешней политики. М., Политиздат, 1976, стр. 88.

в школьной астрономии следует считать раздел, посвященный окружающей среде, или ближнему космосу (Луна, Солнечная система), и разделы, обслуживающие космонавтику (небесная механика и астрометрия). Впрочем, необходимо подчеркнуть, что «обслуживание» космонавтики астрономией осуществляется на взаимовыгодных условиях. Именно благодаря космонавтике стало возможным развитие всеволновой астрономии.

В настоящее время, как известно, многие студенты и наиболее подготовленные школьники участвуют в наблюдении искусственных спутников Земли. Эти наблюдения требуют знакомства с астрономическими системами координат и умения обращаться с простейшими инструментами.

Среди других вопросов астрономии, имеющих практическое значение, — детальное изучение Солнца как основного фактора жизни на Земле и практически неисчерпаемого источника энергетических ресурсов. Здесь следует рассмотреть переменность солнечной активности, указать на ее связь с геофизическими и биологическими явлениями, осветить роль службы Солнца в интересах синоптики, а также для прогнозирования хромосферных вспышек с целью обеспечения безопасности космических полетов. Кстати, в этом же разделе уместно дать и некоторые элементы теории внутреннего строения звезд на примере Солнца как одной из типичных звезд Галактики. Разумеется, все эти вопросы должны рассматриваться на возможно более высоком научном уровне без какого-либо уклона в сторону прагматизма.

Вместе с тем, внутреннее строение звезд не может стать основой современной школьной и даже педвузовской астрономии, хотя теоретическая астрофизика и занимает сейчас одно из ведущих мест по числу научных публикаций.

Представим, что в школьной программе по астрономии 70—80% отведено астрофизике, в том числе и ее теоретическим проблемам, имеющим значение для развития некоторых разделов теоретической физики, но довольно абстрактным и оторванным от жизни. Тогда осталось бы сделать один шаг до полной ликвидации астрономии в школьном учебном плане и слияния ее с курсом физики. Это, конечно, на руку новоиспеченным Геростратам, которые, не создав в науке ничего позитивного, пытаются построить свою научную карьеру на разрушении существующего школьного курса астрономии, вопреки марксистско-ленинскому учению о классификации и дезинтеграции наук. Но подобное «решение» проблемы нанесло бы непоправимый ущерб делу народного образования.

Бурное развитие галактической и внегалактической астрофизики не дает нам права забывать классические основы астрономической науки. Для иллюстрации сказанного проведем такую параллель. Бурное развитие наук о Земле почти не затрагивает географии. Публикации о новых географических открытиях занимают самое скромное место. Однако курс школьной географии остается незбылемым в учебном плане средней школы, ибо нельзя себе представить образованного человека, не знакомого с географией. Но в наш косми-

ческий век нельзя представить и образованного человека, астрономические познания которого ограничиваются звездной астрофизикой.

Господствующий среди законодателей учебных программ «звездно-астрофизический уклон» отчасти стал возможен вследствие того, что небесные механики, астрометристы и радиоастрономы почти полностью отстранились от участия в решении проблем школьного образования. А ведь радиоастрономия развивается не менее бурными темпами, чем теоретическая астрофизика, и, в отличие от последней, находит более широкое применение в практике нашей жизни.

Поскольку астрономия для подавляющего большинства выпускников является общеобразовательным предметом, при определении содержания программы полезно учитывать интересы самих учеников. В докладе П. Н. Карницкого на V съезде ВАГО сообщались результаты бесед со многими учащимися девятого класса. Судя по числу заданных ими вопросов, 75% школьников интересуются проблемами Солнечной системы и космонавтики. И только потому, что излагаемая в десятом классе астрономия приносит им разочарование, можно объяснить следующее любопытное сопоставление. В «Комсомольской правде» 8 июля 1975 года были приведены результаты опроса учащихся на тему «Кем быть?». Астрономом мечтают стать 2,5% школьников, математиком — 2%. Фактически же на физико-астрономическое отделение педагогических институтов и на астрономические отделения университетов заявления подают лишь около 0,1%



абитуриентов, в то время как на математические факультеты стремятся попасть около 2% абитуриентов — в соответствии с долей интересующихся математикой в школе.

Подводя итоги обсуждению содержания школьного курса, мы приходим к заключению, что курс астрономии должен состоять из следующих основных разделов, названия и последовательность изложения которых носят сугубо ориентировочный характер.

Введение (5—6 часов) должно на примерах из истории астрономии реализовать ее атеистические возможности. Здесь надо показать, что астрономия и религия были первыми проявлениями духовной жизни человека и находились первоначально в компетенции одних и тех же лиц — жрецов и астрологов. Необходимо подчеркнуть, что зерна рациональных знаний по астрономии использовались астрологами для духовного порабощения невежественных масс и укрепления авторитета религии. Идеи геоцентризма, например, послужили обоснованием одного из важнейших постулатов христианской церкви, стоящей на позициях антропоцентризма. Рассказывая о судьбах героев и мучеников науки, следует нарисовать картину тысячелетнего процесса размежевания астрономии как науки с религией. На примере истории календаря можно показать косность церкви, мифологичность Христа и необоснованность начала эры христианского летосчисления.

Этот же раздел иллюстрирует важный тезис исторического материализма, согласно которому всякая наука рождается из потребностей челове-

ческого общества и является исполнительницей социального заказа эпохи. Идеи К. Маркса о том, что египетскую астрономию породила необходимость определять периоды, благоприятные для начала сельскохозяйственных работ, и доводы Ф. Энгельса о том, что астрономия была первой наукой, призванной к жизни потребностью человека ориентироваться во времени, никогда не потеряют своей актуальности для школы будущего, какие бы потрясения открытия ни делались в области астрофизики.

Основы сферической и практической астрономии (5—6 часов) познакомят школьников со звездным небом и системами астрономических координат. В этом разделе необходимо изложить принципы определения географических координат и дать понятие о навигационной астрономии. Вопросы годичного движения Земли вокруг Солнца и его следствия также нельзя отдавать на откуп курсу географии 5 класса. Чрезвычайно важное значение для сельского хозяйства имеет зависимость полуденной и интегральной суточной инсоляции от времени года и широты места. Для ее правильного изложения требуется хорошее знание математики.

Знакомство с простейшими измерительными инструментами и методами наблюдения за искусственными спутниками Земли имеет прикладное значение для целого ряда профессий.

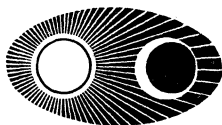
Самый крупный раздел курса должен быть посвящен **Солнечной системе (8—10 часов)**. Начинать ли его с Луны или Солнца — вопрос методический, чтобы не сказать риторический. Для практической деятель-

ности важны, как уже говорилось выше, следующие темы: влияние Солнца на биосферу Земли; описание планет, их спутников и межпланетной среды с точки зрения космических полетов. Нельзя считать утратившими свое атеистическое значение такие вопросы, как «затмения» и «кометы», особенно, если учесть приближающееся появление кометы Галлея. Здесь же необходимо подчеркнуть, что химический состав метеоритов, спектр Солнца (а позже — и звезд) подтверждают материальное единство мира и свидетельствуют о познаваемости Вселенной.

За этим разделом должен следовать (либо предшествовать ему) раздел, посвященный **взаимодействию астрономии и космонавтики (6—7 часов)**. Здесь надо изложить небесно-механические основы космонавтики и важнейшие научные и народнохозяйственные аспекты космических исследований, подчеркнуть роль нашей страны в изучении и освоении космического пространства, а также указать, что сотрудничество различных стран в освоении космоса способствует смягчению международной напряженности.

Нужно убедительно показать, что для космонавтики астрономия входит в группу наук первостепенной важности. Здесь же можно рассказать о перспективах внеатмосферной астрономии, которые открываются благодаря успехам космонавтики.

Мы заранее отвергаем аргумент наших противников о том, что в школах существует специальный факультативный курс по основам космонавтики. Согласно нашим сведениям, он



АСТРОНОМИ-
ЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

читается, в лучшем случае, в одной школе из тысячи.

Следует ли вводить отдельным небольшим разделом «Инструменты и методы астрономии» (2—3 часа)? — Пожалуй, следует, особенно если вспомнить о бурном развитии радиоастрономии.

Наконец, последний раздел школьного курса «Краткий обзор строения и физики большого Космоса» (7—8 часов) необходимо посвятить всему тому, что находится вне Солнечной системы. За недостатком времени звезды придется, видимо, описывать как «далекие солнца» с теми или иными физическими особенностями. Нельзя в этом разделе обойти такие мировоззренческие проблемы, как «тепловая смерть», «красное смещение», «внеземные цивилизации».

Космогония еще не располагает ни одной завершенной теорией, мы знаем лишь историю рождения и

крушения многочисленных гипотез. Поэтому, как нам представляется, космогонические вопросы не нужно выделять в самостоятельный раздел. Необходимо сформировать у школьников твердые представления о том, что законы сохранения не оставляют места для божественного акта творения. Все научные гипотезы исходят из материализма. Уточнение же деталей эволюции — дело будущего.

Несколько слов хотелось бы сказать о стиле программы. Включаемые в нее вопросы не обязаны быть равнозначными по своей емкости. Малоемкие термины полезно вводить в тех случаях, когда нужно обратить внимание учителя на важность соответствующих сведений.

В заключение еще раз подчеркнем, что не только объяснительная записка к программе, но и сама программа школьного курса должны быть глубоко партийным документом.

Грош цена программе, если при ее чтении невозможно определить, написана ли она для колледжа капиталистической страны или для советской средней школы. Такую программу не спасет и вставка двух-трех фраз о советской действительности. Партийная направленность программы должна быть ее органическим свойством. Иными словами, вся программа от начала до конца должна удовлетворять основным целям и задачам обучения и воспитания детей нашей Родины.

Авторы выражают благодарность Е. Г. Демидовичу, С. Н. Паршину, А. А. Перепелкину и Г. С. Яхно за обсуждение данной статьи и полезные замечания.

Профессор
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доцент
А. В. АРТЕМЬЕВ
А. А. АРЮТКИНА

Воспитывать воинствующим атеистам

Курс астрономии по праву занимает ведущее место в научно-атеистическом воспитании учащихся средней школы. Таким он должен оставаться и в школе будущего. На это и нацелен проект программы, составленный Е. П. Левитаном («Земля и Вселенная», № 1, 1975, стр. 80—84.— Ред.). Проанализируем проект с точ-

ки зрения его атеистического содержания.

В объяснительной записке нужно указать не только на необходимость формирования диалектико-материалистического мировоззрения, но и привлечь внимание к проблеме научно-атеистического воспитания учащихся.

«Введение» знакомит с историей развития представления о Вселенной, с важнейшими идеями и принципами астрономии XX века. Это имеет прямое отношение к проблеме атеистического воспитания учащихся, но отведенного времени на изучение этих вопросов явно недостаточно.

Раздел «Солнце» посвящен наи-

более важным сведениям о физике Солнца, солнечной активности и ее геофизических проявлениях, значении исследования Солнца для решения народнохозяйственных задач и для познания природы звезд. Очевидно, и в этом разделе можно выделить немало атеистических моментов.

В раздел «Звезды и межзвездная среда» мы бы предложили включить вопрос о возникновении астрологии и о ее современном состоянии.

Особое значение имеет изучение галактик и строения Вселенной. Знакомясь с беспредельностью Вселенной, учащиеся четко представляют всю несостоятельность религиозной картины мира.

Раздел «Планеты и малые тела Солнечной системы» содержит богатый материал для формирования научно-атеистических убеждений.

Здесь рассматривается движение планет, их физические характеристики, рассказывается об астероидах, кометах, метеорных телах и метеоритах, уделяется большое внимание вопросам освоения космоса.

«Космология и космогония» завершают изучение курса астрономии. Учащимся предстоит узнать о расширении Метагалактики и познакомиться с материалистическим объяснением этого грандиозного явления. Вселенная вечна, но галактики, звезды и планеты имеют свою историю, которую можно познать, не прибегая к религиозным измышлениям о сотворении мира.

Достоинство проекта программы — четкая регламентация практических и лабораторных работ. Необходимо добиться, чтобы эти работы обязательно выполнялись в школе. Активность учащихся в процессе изучения астро-

номии — одно из основных условий успешного воспитания воинствующих атеистов.

Мы предлагаем включить в программу курса астрономии обобщающую тему «Астрофизическая картина мира и научное мировоззрение». Чтобы школьный курс астрономии стал действительно воспитывающим, необходимо совершенствовать методику его преподавания и увеличить бюджет времени, отводимого на преподавание астрономии в школе.

Соображения, высказанные в этой небольшой статье, основаны на накопленном нами многолетнем опыте преподавания астрономии в школах и педагогических институтах.

**Кандидат педагогических наук, доцент
К. Б. БОЛЕЕВ (г. Джамбул)
Преподаватель астрономии
Ш. ТУЛЕГЕНОВ (г. Чимкент)**



**КОЛЛОКВИУМ
В АБАСТУМАНИ**

11—12 мая 1976 года в Абастуманской астрофизической обсерватории был проведен второй совместный коллоквиум Бюраканской и Абастуманской астрофизических обсерваторий. На нем были подведены итоги научной работы за 1975 год.

На заседаниях коллоквиума присутствовал президент Академии наук ГрузССР академик И. Н. Векуа. С обзорным докладом, посвященным современным представлениям об интенсивном звездообразовании в галактиках, выступил президент Академии наук АрмССР академик В. А. Амбарцумян.

На коллоквиуме было представлено 16 докладов по вопросам внегалактической астрономии, звездной динамики и различных типов звезд, по созданию аппаратуры для исследований в неоптическом диапазоне длин волн и на другие темы.

В свободное от заседаний время гости подробно знакомились с наблюдательным и лабораторным оборудованием Абастуманской обсерватории, беседовали с ее сотрудниками, обсуждали планы дальнейших работ.

Т. М. БОРЧХАДЗЕ



Кандидат физико-математических наук
А. Н. СИМОНЕНКО

Болид 11 февраля 1976 года

Болид появился 11 февраля 1976 года около семи часов. Его видели миллионы и окрестили по-разному: Ленинградский болид, Балтийский болид, Новгородский... О нем рассказывали друг другу, писали в газетах.

Маленькая песчинка, вторгшаяся в атмосферу Земли со скоростью нескольких десятков километров в секунду, порождает метеор. Более крупное тело порождает болид. Яркие болиды представляют собой грандиозное явление: они видны за сотни километров даже днем и часто сопровождаются мощными звуковыми эффектами — шумом, грохотом, взрывами. Они надолго остаются в памяти тех, кому посчастливилось их увидеть.

Появление болида иногда заканчивается выпадением метеоритов — остатков крупных тел, которые, пролетев сквозь атмосферу, уцелели, не испарились и не распылились полностью. Метеориты — уникальные образцы внеземного вещества, сформировавшегося на первых этапах образования Солнечной системы 4,5 млрд. лет назад и с тех пор сохранившегося почти неизменным. Они на полмиллиарда лет старше самых древних пород, найденных на Луне, и на 1—2 млрд. лет старше древнейших горных пород на Земле. Это — самое старое вещество, доступное лабораторному изучению. В составе и структуре метеоритов заключены сведения о тех процессах, которые привели к образованию Солнечной

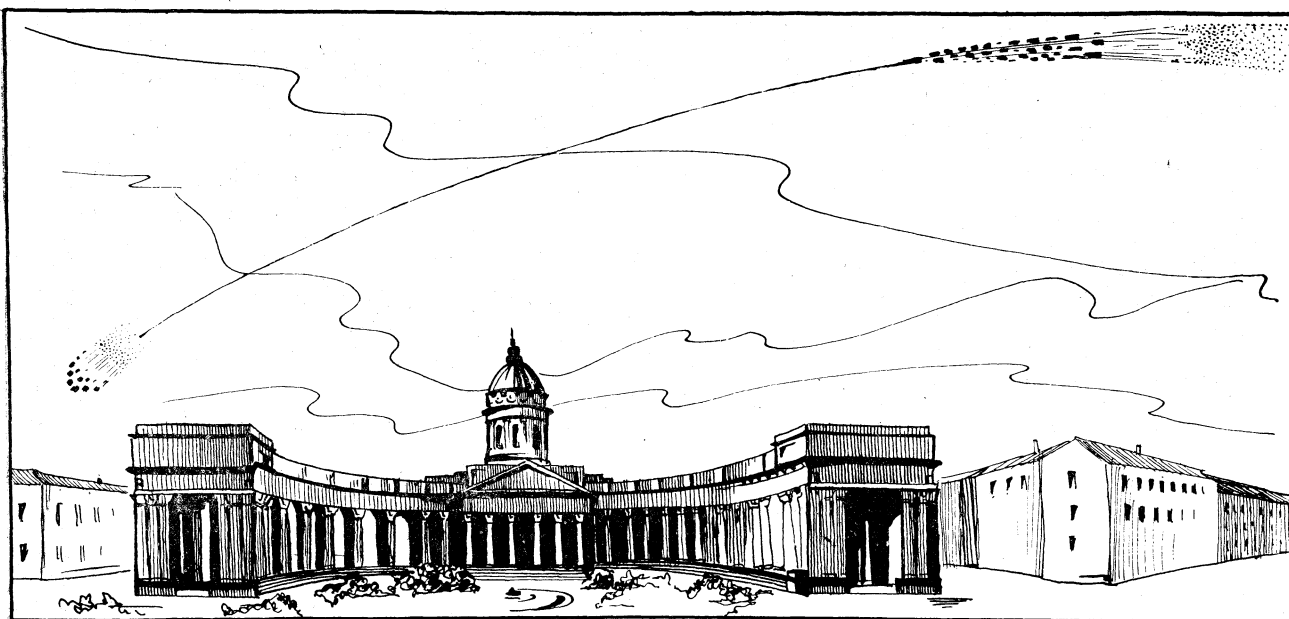


системы, и этим определяется их научная ценность.

Болиды чаще замечают не специалисты, а случайные, неопытные наблюдатели. Если болид не был сфотографирован, анализ сообщений очевидцев — порой единственная воз-

Болид над поселком Пролетарий Новгородской области

Рисунок инженера-конструктора
Е. А. СКВОРЦОВА



возможность определить траекторию болида в атмосфере, а затем и орбиту метеорного тела в межпланетном пространстве. Поэтому сотрудники Комитета по метеоритам АН СССР и других научных учреждений, изучающих эти явления, внимательно относятся к письмам от населения. Разработаны специальные методы, позволяющие установить направление движения болидов по самым простым описаниям.

О болиде 11 февраля 1976 года в Комитет по метеоритам и Московское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества сообщили около тысячи жителей Ленинградской, Псковской, Новгородской и Калининской областей — отовсюду, где был виден яркий болид, пересекавший небо с северо-запада на юго-восток. Одни письма были деловые, сдержанные, другие — восторженные, третьи — тревожные. Но за всеми письмами стояли люди, взволнованные необычным явлением, соприкосновением с маленьким чудом.

И почти в каждом письме — рисунок. Рисовали болид люди всех профессий и возрастов — взрослые, дети и старики; рисовали карандашом, чернилами, красками. Рисунки сильно отличаются друг от друга: на одних болид летит горизонтально, на других — круто взмывает вверх, то он очень длинный, то совсем короткий, рассыпающий сноп искр. Приблизительно на половине рисунков болид изображен летящим справа налево, на остальных — слева направо. Это не ошибка: из разных мест его видели по-разному. Вдали от траектории («сбоку») болид казался летящим горизонтально; для тех, кто находился точно «под» траекторией, болид поднялся над горизонтом вертикально и, описав дугу над головой, также вертикально ушел под горизонт. Те из очевидцев, что были западнее траектории болида, видели его летящим слева направо, а те, кто был восточнее, — справа налево.

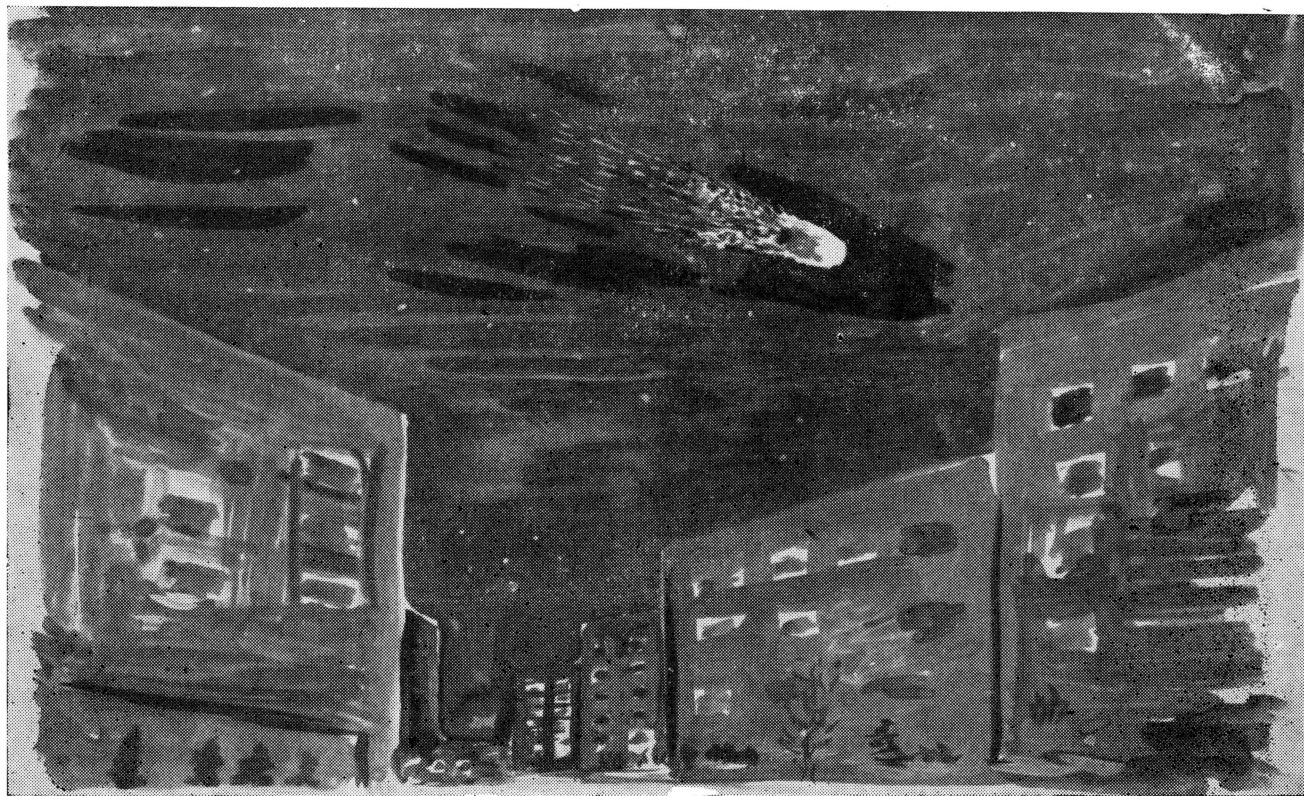
Сейчас уже получены предварительные данные о траектории болида в атмосфере. Он двигался в атмосфере, отклоняясь от направления север — юг на 34° к востоку. Болид прошел западнее Ленинграда, над Старой Руссой и над Марево Новгородской области. Он перемещался

по очень высокой и очень пологой траектории, поэтому она была такой необычно длинной — около 500 км только в пределах Советского Союза, но, как нам стало известно, болид наблюдали и в Финляндии. У берегов Балтийского моря его высота составляла более 100 км, а в конце траектории — в южной части Калининской области — более 30—40 км.

Болид — светящийся огненный шар — имел огромные размеры, порядка 100 м. Линейные размеры тела, породившего болид, были ненамного меньше. Эти оценки позволяют предполагать, что болид вряд ли порожден обломками ракетноносителя. Выведя спутник на орбиту и потом падая на землю, ракетноносители тоже вторгаются в плотные слои атмосферы с большой скоростью и тоже порождают болиды. Однако размеры ракетноносителей составляют 10—20 м. Болид 11 февраля 1976 года, вероятно, был настоящим космическим пришельцем, который раньше двигался вокруг Солнца по собственной небольшой орбите и нечаянно столкнулся с Землей. Для него столкновение кончилось катастрофой. Войдя в плотные слои атмосферы со скоростью нескольких километров в секунду, он встретил столь сильное

Болид над Ленинградом

Рисунок астронома
Д. Е. ЩЕГОЛЕВА



сопротивление, что начал нагреваться, плавиться и испаряться. От него отваливались большие куски, которые также испарялись, дробились, превращаясь в мелкую пыль. Из-за пологой траектории это космическое тело долго летело в разреженных слоях атмосферы и только потому быстро не исчезло. По мере погружения в «воздушный океан» оно испытывало все более сильное сопротивление. Где-то между Селижарово и Вязьмой остатки тела, двигавшиеся со скоростью около 3 км/с, развалились на небольшие куски, которые вспыхнули на мгновение и погасли.

Все люди, видевшие болид 11 февраля 1976 года, с недоумением писали о том, что не слышали никакого гула и грохота. Лишь очевидцы, находившиеся «под» траекторией, сообщали о слабом треске, да и то не всегда уверенно. Только большой

высотой полета этого болида можно объяснить отсутствие звуковых эффектов, обычно сопровождающих движение крупных метеорных тел в атмосфере.

Осталось ли что-нибудь от космического пришельца? Какова была его природа? — вот те немногие вопросы, которые задавались в письмах. Попробуем ответить на них.

Замечено, что после полета железных метеоритов в атмосфере надолго сохраняется след. След болида 11 февраля сразу «таял». Мы предполагаем, что породившее его тело имело каменистый состав и, возможно, было пористым и очень непрочным. (Науке известны «каменные» метеориты столь непрочные, что они рассыпаются в руках.) Под всей светящейся траекторией болида оседала мелкая пыль. Но она не осела компактной полосой, ее разнесло ветром по огромной площади. Не исключено, что самые мелкие пылинки до сих пор летают над другими материками и океанами. Мелкие обломки, от-

коловшиеся от тела в начале светящейся траектории, когда скорость его была довольно высокой, сами распылились, потому что оказались «впрыснутыми» в атмосферу с большой скоростью. Те же обломки, на которые развалился остаток тела, могли уцелеть (если тело не слишком рыхлое): их скорость уже столь мала, что ни дальнейшего дробления, ни испарения не происходило.

Эти обломки, покрытые тонкой оплавленной пленкой, могли выпасть на поверхность Земли, где-то на границе Смоленской и Московской областей. Вероятно, они пробили лишь снеговой покров и остались лежать на земле. Найти их очень трудно, но крайне важно. Ведь только тогда можно будет уверенно сказать, был ли это действительно гость из межпланетного пространства. Известно, что болиды, порождаемые искусственными и естественными объектами, не отличаются друг от друга ничем, кроме начальной скорости. Правда, метеориты падают по более крутым

Болид над Новгородом

Рисунок слесаря
И. Т. СУМАНЕЕВА

траекториям, но случалось, что и межпланетные осколки двигались по очень пологим траекториям. Например, 9 февраля 1913 года целая «процессия» болидов прошла над провинцией Онтарио (Канада), над Нью-Йорком, над Бермудскими островами. Эти несколько групп болидов, по сотне в каждой, двигались друг за другом. Они преодолели 8 тыс. км примерно за 10 минут.

Совсем недавно, 10 августа 1972 года, еще один очень длинный и

очень яркий болид наблюдали в США и Канаде. Болид также прошел несколько тысяч километров. Тело, породившее его, имело массу в несколько тонн. Самое интересное, что это был не просто болид с пологой траекторией, он был «касательным» к нашей планете. Войдя в атмосферу со скоростью 15 км/с, космическое тело фактически пронзило ее, пролетев в 58 км от земной поверхности, и снова ушло в межпланетное пространство. Оно потеряло немного

своего вещества, немного замедлило свою скорость, но уцелело. Этот болид был сфотографирован многими очевидцами. По снимкам ученым удалось получить надежные сведения о породившем его теле. (Как бы ни были подробны и красочны описания очевидцев, фотографии всегда оказываются точнее!) Наблюдения болидов дают много интересного о природе метеорных тел и о явлениях, сопровождающих их полет в атмосферах Земли и других планет.



КОЛИЧЕСТВО МЕТЕОРИТНЫХ СТРУКТУР В СССР

На территории нашей страны еще далеко не все обнаружены и недостаточно исследованы уже открытые метеоритные структуры. Напомним, что лишь сравнительно недавно стал известен 100-километровый Попигайский кратер («Земля и Вселенная», № 5, 1971). Сейчас выяснилось, что принимавшиеся за обычные платформенные купола Мишиногорская, Калужская и ряд других астроблем напрасно были разбурены с целью поиска в них нефти и газа. Эти примеры показывают, что дальнейший поиск, обнаружение и исследование астроблем, то есть ме-

теоритных структур, в которых морфологические признаки уничтожены эрозией («Земля и Вселенная», № 6, 1975), имеют не только научное, но и народнохозяйственное значение.

В настоящее время на территории Советского Союза найдено свыше 120 предполагаемых метеоритных кратеров и кратерных полей. Из них 16 имеют явно метеоритное происхождение. Член-корреспондент АН СССР В. В. Федьинский и Л. П. Хрянина попытались представить, сколько метеоритных кратеров и астроблем может быть в дальнейшем открыто в СССР. Исследователи разделили территорию СССР на 20 регионов (по признаку единства возраста суши) и определили площадь каждого региона. Они проанализировали частоту распределения доказанных метеоритных структур в Канаде, где давно ведутся комплексные систематические исследования метеоритных кратеров, и в различных районах поверхности Луны. Это позволило им узнать частоту кратеров на 1 млн. км², накопленную за 600 млн. лет, и получить из нее вероятное число кратеров для каждого региона нашей страны. Всего по Союзу насчитывается 41 кратер. Это число, по

мнению исследователей, можно считать сильно преуменьшенной оценкой числа кратеров с диаметрами 0,2—100 км. Ближе к действительности цифра 157, хотя и она может оказаться заниженной.

«Астрономический вестник»,
2, 1976.

НАЙДЕН РЕДКИЙ МЕТЕОРИТ

В октябре 1975 года на равнине Нулларбор в западной Австралии местный охотник обнаружил необычный камень. Камень оказался метеоритом, принадлежащим к весьма редкому классу углистых хондритов. Это — тридцать девятый известный науке углистый хондрит и второй из найденных в Австралии.

Метеорит получил наименование по месту своего обнаружения — Лукаут-Хилл. Он представляет собой неправильной формы диск диаметром около 6 см и толщиной 3 см, его вес 16 г. Насколько известно, это первый случай, когда был найден углистый хондрит, полет которого никто не наблюдал.

«Science News», 108, 16, 1975.

Астрономические явления в 1977 году

СОЛНЕЧНЫЕ ЗАТМЕНИЯ. В 1977 году произойдут два солнечных затмения. **Кольцеобразное затмение** 18 апреля будет видно в Африке; к югу от экватора и в омывающих этот континент океанах.

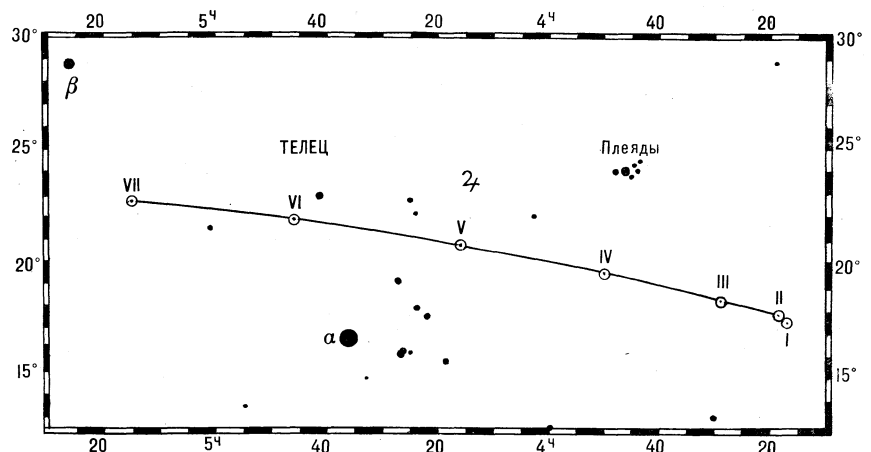
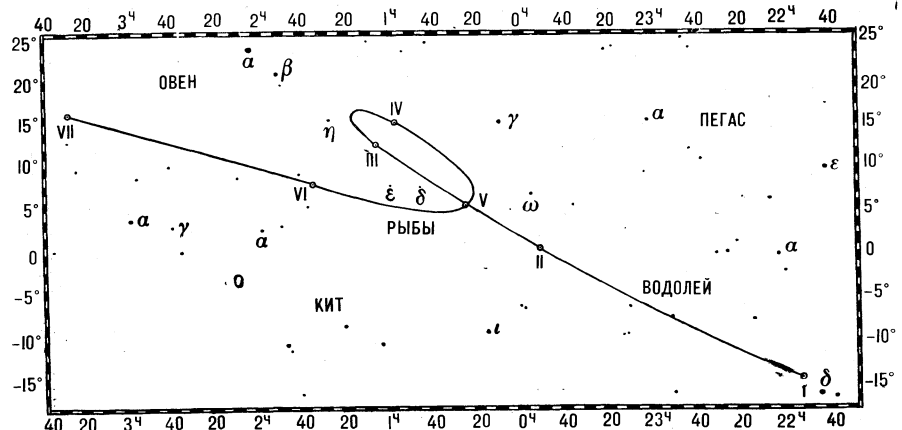
Полное солнечное затмение 12 октября можно наблюдать в Тихом океане и на крайнем северо-западе Южной Америки, вдоль 5° с. ш. Частное затмение малой фазы будет видно при восходе Солнца 13 октября на Чукотке и Камчатке, восточнее меридиана 160°.

ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ. На 1977 год приходится одно **частное теневое** и одно **частное полутеневое** лунные затмения. Утром 4 апреля тень Земли вступит на лунный диск в 6^h31^m и сойдет с него в 8^h7^m по московскому времени. Наибольшей фазы (0,199) затмение достигнет в 7^h19^m. На территории СССР Луна в эти часы будет находиться под горизонтом.

27 сентября полутень Земли коснется лунного диска в 9^h19^m, а покинет его в 13^h41^m по московскому времени. Наибольшую фазу затмения (0,926) можно будет наблюдать в 11^h30^m по московскому времени к востоку от Байкала. Расстояние края тени от диска Луны составит 2'.

ПЛАНЕТЫ. **Первый квартал** 1977 года. Меркурий виден только во второй половине января на фоне утренней зари. Особенно хороши условия для его наблюдения в южных широтах нашей страны (южнее 50°).

Венера ярко сияет вечером в юго-западной и западной части неба. 1 января она будет в созвездии Козерога, 24 января перейдет в созвездие Рыб. В этот день Венера будет в наибольшей восточной



■ Видимый путь Венеры в первой половине 1977 года

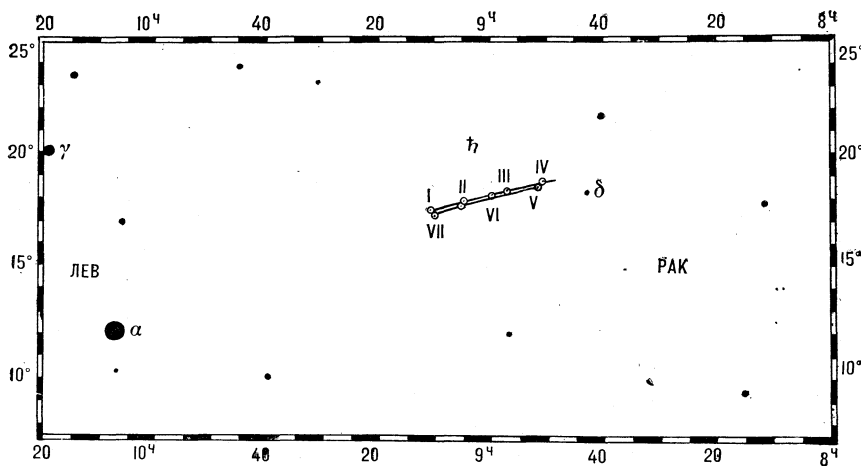
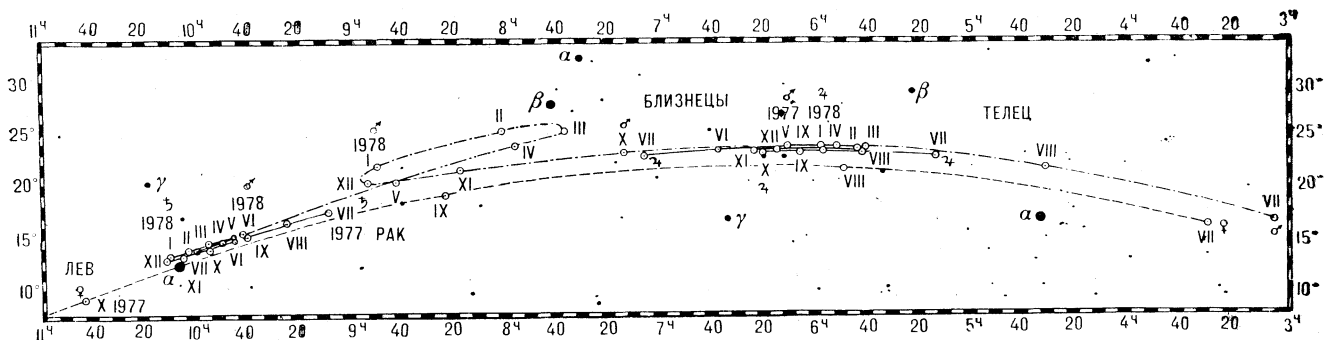
■ Видимый путь Юпитера в первой половине 1977 года

элонгации. Максимального блеска (—4,3) планета достигнет 1 марта. Вечерняя видимость Венеры заканчивается в конце марта.

Марс в первом квартале не виден. Юпитер очень легко отыскать январским вечером в созвездии Ов-



ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ
АСТРОНОМИЯ



на, высоко над горизонтом. 28 февраля он перейдет в созвездие Тельца.

Сатурн находится в наилучших условиях для наблюдений. Он проходит попятным движением по созвездию Рака, высоко в южной части небосвода. 2 февраля наступит противостояние Сатурна.

Второй квартал. Меркурий в

первых двух декадах апреля можно наблюдать по вечерам в северо-западной части небосвода.

■ Видимые пути Венеры (♀), Марса (♂), Юпитера (♃) и Сатурна (♄) во второй половине 1977 года и в начале 1978 года

■ Видимый путь Сатурна в первой половине 1977 года

Венера появляется на рассвете. 6 апреля она находится в нижнем соединении и вычерчивает петлю в созвездии Рыб. И хотя 11 мая планета имеет наибольший блеск ($-4,2$), а 15 июня — наибольшую западную элонгацию, она будет видна удовлетворительно только в южных широтах СССР.

Марс в июне можно обнаружить на предрассветном небосводе в южных широтах СССР. В начале июня Марс виден недалеко от Венеры.

Юпитер в апреле заметен ранним вечером в созвездии Тельца, в мае он теряется на фоне вечерней зари.

Сатурн располагается в созвездии Рака. Весь квартал планета хорошо видна вечером.

Уран будет в противостоянии 30 апреля в созвездии Весов (в этот день его координаты: $\alpha=14^{\circ}30,1'$; $\delta=-14^{\circ}18,5'$; звездная величина 5,7), а Нептун — 5 июня в южной части созвездия Змееносца (в этот день его координаты: $\alpha=16^{\circ}54,7'$; $\delta=-21^{\circ}02,9'$; звездная величина 8,7). Обе планеты можно наблюдать в светосильный бинокль.

Диспетчерская связь при наблюдении метеоров

Плутон виден в северной части созвездия Девы, но только в крупные телескопы.

Третий квартал. Меркурий в июле и августе удастся наблюдать лишь в южных широтах СССР. В последней пятidine июля его нетрудно разыскать на фоне вечерней зари. Во второй половине сентября он будет виден утром в северо-восточной части небосвода на всех широтах.

Венеру можно заметить на пред-рассветном небе. Во второй половине июля планета располагается вблизи Юпитера, в середине сентября — вблизи Сатурна. 1 июля Венера будет находиться на границе созвездий Овна и Тельца, 3 августа перейдет в созвездие Близнецов, 27 августа — в созвездие Рака, 13 сентября — в созвездие Льва.

Марс неплохо виден на утреннем небосводе. 10 июля он переместится из созвездия Овна в созвездие Тельца, 1 сентября — в созвездие Близнецов. В сентябре Марс располагается недалеко от Юпитера.

Юпитер можно наблюдать в ночные и утренние часы в северо-восточной части неба. 20 августа планета перейдет из созвездия Тельца в созвездие Близнецов.

Сатурн в начале квартала не виден. 22 июля он переместится из созвездия Рака в созвездие Льва. В конце августа планету можно найти в лучах утренней зари.

Обращаем внимание читателей, что в сентябре 1977 года утром будут одновременно видны четыре яркие планеты (Венера, Марс, Юпитер, Сатурн) на фоне созвездий Близнецов, Рака и Льва.

Четвертый квартал. Меркурий в

первой декаде декабря жители южных широт смогут разыскать в лучах вечерней зари. В последних числах декабря начинается утренняя видимость планеты. В это время Меркурий располагается в юго-восточной части небосвода.

Венера в октябре будет видна утром, в ноябре — только на фоне утренней зари, в декабре ее наблюдать не удастся. 12 октября планета перейдет в созвездие Девы.

Марс в конце года будет виден очень хорошо. 22 октября он переместится из созвездия Близнецов в созвездие Рака, в середине ноября пройдет вблизи звездного скопления Ясли. 13 декабря Марс поменяет прямое движение на попятное.

Юпитер хорошо заметен в созвездии Близнецов, рядом со звездами μ и η Близнецов, 25 октября он сменит прямое движение на попятное, которое к 1 января 1978 года возвратит его к границе с созвездием Тельца. Противостояние Юпитера наступит 23 декабря.

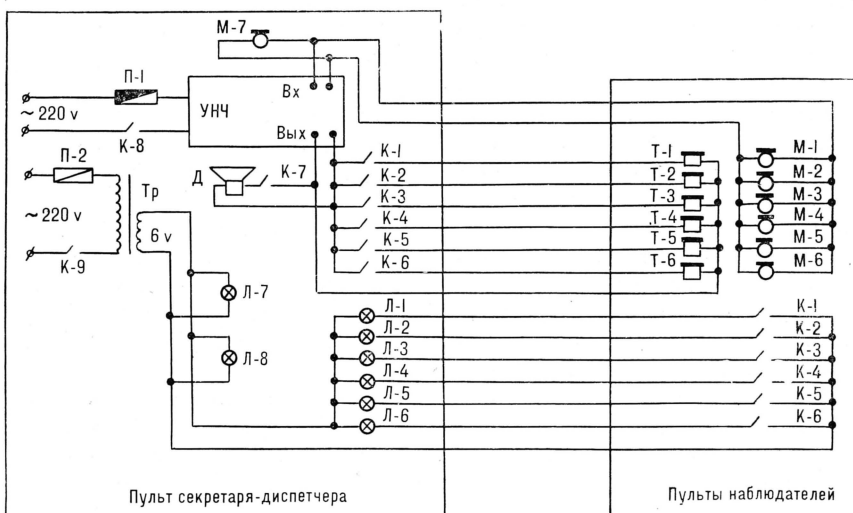
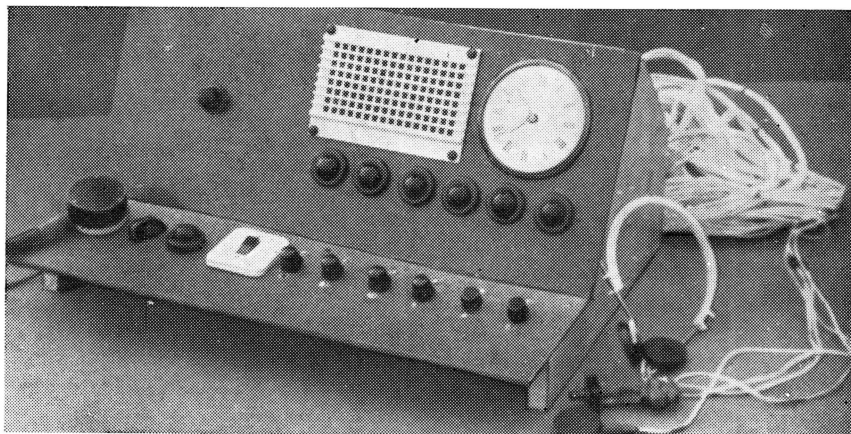
Сатурн будет виден ночью в созвездии Льва, недалеко от звезды α Льва. В ноябре он восходит до полуночи, в декабре — поздним вечером. 13 декабря Сатурн изменит прямое движение на попятное. Противостояние его будет 16 февраля 1978 года.

В. С. ЛАЗАРЕВСКИЙ

Все, кто наблюдает метеоры, знают, как важна независимость их регистрации («Земля и Вселенная», № 5, 1975, стр. 88—89.— Ред.). Вначале на метеорной станции в Армави-ре метеоры наблюдали традиционным методом: несколько наблюдателей осматривали одну и ту же область неба и сообщали о замеченных метеорах секретарю, расположившемуся рядом. Затем мы применили кнопочную электрическую сигнализацию. Наблюдатель, обнаружив метеор, нажимал кнопку, и на пульте секретаря загоралась сигнальная лампа, соответствующая номеру наблюдателя. Секретарь сразу же определял, кто из наблюдателей увидел метеор. Так устанавливалось число общих метеоров. Потом один из наблюдателей называл параметры метеора, которые секретарь записывал в журнал.

Чтобы обеспечить независимость в оценке параметров метеора, была организована диспетчерская связь с использованием простейшего переговорного устройства. Пульт управления секретаря-диспетчера оборудован 6-вольтным трансформатором, усилителем низкой частоты, набором 6-вольтных сигнальных ламп, тумблерами, разъемами и часами с подсветкой. К пульту через разъемы подсоединяются кабели, идущие к каждому наблюдателю. На конце кабеля — сигнальная кнопка, телефон и микрофон (наушники типа ТОН-2). Микрофон прикреплен к наушникам, поэтому наблюдателю не приходится держать его в руке.

Заметивший метеор нажимает кнопку сигнализации и ждет ответа секретаря-диспетчера. Включив тумб-



Пульт управления секретаря-диспетчера

Схема диспетчерской связи при наблюдении метеоров. Принятые

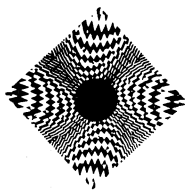
обозначения: Тр—6-вольтовый трансформатор; УНЧ—усилитель низкой частоты; Л—6-вольтовые сигнальные лампы; К—кнопки сигнализации; М—микрофоны; Т—телефоны; П—предохранители; Д—динамик

лер на пульте, секретарь устанавливает связь только с этим наблюдателем. Если один и тот же метеор увидели несколько наблюдателей, секретарь-диспетчер сразу определяет, кто его заметил, и поочередно выслушивает информацию. Таким образом, общие метеоры секретарь выявляет независимо от наблюдателей.

Микрофоны наблюдателей постоянно включены, так что секретарь-диспетчер может услышать каждого из них в любой момент, а они друг друга не слышат. Если потребуется, секретарь может выключить телефоны всех наблюдателей и дать им инструктивные указания. Поскольку наблюдатели изолированы друг от друга, то полную информацию о метеоре, замеченном одновременно несколькими наблюдателями, дает каждый в отдельности. Поэтому в журнале наблюдений все параметры этого метеора записываются со слов каждого наблюдателя.

Диспетчерская связь и раздельная запись параметров общих метеоров позволяют не только получать более достоверные сведения, но и выявляют личные ошибки наблюдателей. А это, несомненно, повлечет за собой повышение внимательности и ответственности наблюдателей метеоров.

Заведующий Армавирской метеорной станцией
Г. Н. СИЗОНОВ



ФАНТАСТИКА

В. Н. КОМАРОВ

Если бы знать заранее...

Баркалов гнал машину с предельной скоростью, насколько позволяла извилистая горная трасса. Наконец, дорога изогнулась в последнем повороте и нырнула вниз, в долину, перерезанную прямой, словно световой луч, лентой железной дороги. Баркалов нажал на педаль до отказа, и машина, рванувшись вперед, вынесла его на участок шоссе, параллельный насыпи. Сзади угадывалось стремительное дыхание нагонявшего его пассажирского экспресса.

Вдруг до слуха Баркалова донесся трохот отдаленного обвала. Он сбавил скорость и прислушался. Стихающие раскаты раздавались где-то впереди и справа от дороги.

— Странно,— подумал Баркалов,— этот обвал не может причинить железнодорожному полотну никакого вреда — слишком далеко в стороне. А может быть, все это вообще чепуха, всего лишь безобидный чисто теоретический парадокс, не имеющий ничего общего с действительностью? Но обвал-то ведь все-таки произошел! И как раз в то самое время! Вероятность случайного совпадения практически ничтожна...

После окончания семинара академик Матвеев разыскал Баркалова в буфете:

— Чуть было не потерял вас из виду,— сказал Матвеев, и Баркалову показалось, что голос его дрогнул. — Я знаю, что вы торопитесь, но очень прошу вас, Сергей Николаевич, зайти сейчас ко мне в кабинет.

Баркалов действительно торопился: у него в кармане лежал билет на Южный экспресс, который должен

доставить его на наблюдательную станцию института, где астрономы собирались проверять один предсказанный им эффект. До отправления оставалось меньше двух часов, еще надо было кое-что сделать и Баркалову совсем не хотелось задерживаться. И он уж решил было отказаться, сославшись на нехватку времени, но дрогнувший голос и промелькнувшее на лице академика выражение растерянности остановили его. Странно было и то, что академик обратился к нему по имени и отчеству — обычно он этого не делал, должно быть, из экономии времени. Ко всему прочему, академик Матвеев был ученым с мировым именем, настоящим генератором удивительных идей, и Баркалов считал себя его учеником. И вместо того, чтобы вежливо отказаться, Баркалов встал из-за стола, оставив недопитую чашку кофе, и пошел вслед за Матвеевым.

В коридоре второго этажа академик пропустил Баркалова вперед и повел, поддерживая под локоть, словно боялся потерять. Баркалов удивлялся все больше.

Добравшись до кабинета, Матвеев облегченно вздохнул, по крайней мере так показалось Баркалову, и, усадив своего гостя в кресло, сам устроился напротив.

— Я был недавно на вашем докладе, Сергей Николаевич, где вы излагали основы своей математической теории,— начал он без всяких предисловий. — И хочу сказать, что считаю вашу работу из ряда вон выходящей. Вы очень талантливы, Сергей Николаевич, даже больше... Я вижу, что эта теория не только открывает совершенно новые возможно-

сти в математике, но и окажет огромное влияние на физику.

Баркалов слушал, не веря своим ушам. То, что говорил сейчас Матвеев, было поразительно. Он никогда никого не хвалил в глаза. Ругал — частенько, без дипломатии и компромиссов. Но хвалить... — такого случая Баркалов не мог припомнить.

— И вы обязательно должны довести эту работу до конца,— продолжал Матвеев.

— Именно этим я и занимаюсь,— пробормотал Баркалов, все еще ничего не понимая.

Академик помолчал и, наклонив вперед голову, исподлобья внимательно посмотрел на Баркалова.

— И потому, дорогой Сергей Николаевич, вы должны... себя поберечь.

— Ничего не понимаю! — вконец смешавшись, воскликнул Баркалов.

— Ну, знаете, как говорили в старину: береженого бог бережет.

— Простите, Ростислав Валерьянович, — не выдержал Баркалов, — вы говорите какими-то загадками. Вам что, известно обо мне что-нибудь такое, чего я и сам не знаю?

— Вот-вот, — раздраженно отозвался Матвеев.

— Тогда скажите, наконец, в чем дело? — взмолился Баркалов, украдкой бросая тревожный взгляд на часы.

— Вот в том-то и заковыка, что так просто не получается, — загадочно произнес Матвеев и, рывком выбросив из кресла свое грузное тело, замелькал по кабинету. — Вы знаете о гипотезе циклической во времени Вселенной?

— Идея вечного возвращения? Шопенгауэр и Ницше?



— Не только. Еще при жизни Эйнштейна Курт Гедель построил модель Вселенной, для которой временно подобные геодезические линии оказываются замкнутыми. В такой Вселенной периодически все повторяется.

— Но если мне не изменяет память, — заметил Баркалов, — Эйнштейн отнесся к этой работе весьма критически.

— Свидетельства очевидцев на этот счет разноречивы, — возразил Матвеев. — Но дело не в этом.

— И насколько я помню, — продолжал Баркалов, — Чандрасекар впоследствии показал, что замкнутые на себя траектории в модели Геделя должны быть отброшены, исходя из принципа физической разумности.

— Э-э... милый мой, — воскликнул Матвеев, — подобная аргументация мало чего стоит. Что значит физическая разумность? Ее можно понимать и так, и эдак.

— Что вы хотите сказать? — настоялся Баркалов.

— Геделевская модель, разумеется, несостоятельна. Тут Чандрасекар безусловно прав. Но это вовсе не исключает возможности существования циклических моделей вообще.

— Вам что-то удалось? — с интересом спросил Баркалов.

— Вот-вот... — как-то без энтузиазма пробурчал академик. — Есть одна конструкция.

— Очень интересно, — сказал Баркалов и снова посмотрел на часы.

Матвеев перехватил его взгляд.

— Торопитесь?.. Напрасно. Все равно, рано или поздно Вселенная вернется к этому самому моменту.

— Вы серьезно? — изумился Баркалов. — Но одно дело теоретическая модель, пусть и непротиворечивая, и совсем другое...

— И совсем другое — действительность, реальность? Это вы хотели сказать? Пойдемте.

И не глядя на Баркалова, Матвеев пересек кабинет и скрылся за дверью позади письменного стола. Баркалову ничего не оставалось, как последовать за ним. Они прошли длинным узким внутренним коридором, миновали

толстые защитные свинцовые двери и оказались в просторном зале, сплошь уставленном сложной аппаратурой.

Академик остановился возле пульта, усеянного многочисленными кнопками и контрольными экранами, и выразительно посмотрел на своего гостя.

— Впечатляюще! — сказал Баркалов. — Но прошу учесть, я чистый математик и во всей этой технике ничего не смыслю. И должен вас предупредить, обо мне ходят анекдоты, как о молодом Паули: утверждают, что когда я появляюсь в лаборатории, все приборы сами собой выходят из строя. Так что, остерегайтесь, Ростислав Валерьянович!

— Не имеет значения, — каким-то странным голосом произнес Матвеев. — Они уже сработали. — И, не давая Баркалову опомниться, продолжал совсем другим тоном: — Сергей Николаевич, вы собираетесь куда-то уезжать. Я очень вас прошу отменить эту поездку.

— Но почему? — машинально спросил Баркалов и тут же умолк: откуда Матвеев мог знать о его поездке?

— Почему? — переспросил академик. — Вы можете поверить мне на слово?

— Вы меня извините, Ростислав Валерьянович, я никогда не верил в гадания.

— Но вы действительно собираетесь уезжать?

— Я вовсе не делаю из этого тайны. Примерно через час.

— Поездом? В южном направлении?

— Ростислав Валерьянович, если это какой-либо розыгрыш, то сейчас...

— Пожалуйста, ответьте мне на мой вопрос, — потребовал академик.

— Да, поездом... Да, к югу, — едва сдерживая раздражение, ответил Баркалов.

— Так вот, мой дорогой, — решительно сказал Матвеев, — никуда вы не поедете.

— Что за шутки, Ростислав Валерьянович? — вскипел Баркалов. — Вы меня ловите в буфете, чуть не силой приводите к себе в кабинет, заводите разговор о циклических моделях Вселенной, затем демонстрируете какое-то непонятное мне оборудование и в конце концов требуете, чтобы я отказался от намеченной поездки. Согласитесь, что все это по меньшей мере странно.

— М-да... — вздохнул Матвеев. — Требуете объяснений? А я как раз хотел их избежать.

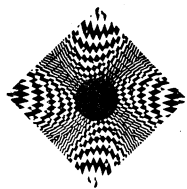
— Но Ростислав Валерьянович, если это касается меня, могу я знать в чем дело?

— В иных случаях лучше не знать.

— И это говорите вы? — изумился Баркалов. — Еще одна загадка! Не слишком ли много загадок?

— Вы только что упомянули о гаданиях и пророчествах... Так вот, все, что мне стало известно, тоже, если хотите, своего рода пророчество. Как, похож я на пророка? — Матвеев изобразил улыбку, но глаза его остались серьезными.

— Так вот, дорогой мой Сергей Николаевич, — продолжал Матвеев, — вы когда-нибудь слышали о самоорганизующих прогнозах? Некоторые предсказания исполняются именно потому, что они были сделаны. Помните легенду о Эдипе? А мне совсем не хочется, чтобы мое предсказание



ФАНТАСТИКА

исполнилось... Ну что, вы и после этого настаиваете?

— Разумеется,— твердо сказал Баркалов.— Раз уж вы начали, то говорите до конца.

— Ну хорошо,— со вздохом сказал Матвеев,— тогда слушайте: если вы не откажетесь от своей поездки, то вас ожидает большая неприятность... одним словом... смерть.

От неожиданности Баркалов вздрогнул. По спине побежали холодные мурашки.

— Что за чепуха? — пробормотал он.— Откуда вы можете знать?

Матвеев кивнул в сторону аппаратуры:

— Я видел...

— Подождите...— Баркалов побледнел.— Вы хотите сказать?..

— Да, эта установка позволила нам заглянуть в предшествующий цикл, в окрестности соответствующей пространственно-временной точки. Мы пытались сканировать по всем координатам, но аппаратура еще несовершенна и образы получались неясными и расплывчатыми. Однако кое-что увидеть все же удалось.

— И это?..

— А откуда бы я иначе узнал, что вы собираетесь уезжать, да еще поездом и в южном направлении?

— И вы можете показать мне видеозапись? — тихо спросил Баркалов.

— Может быть не стоит? Не так уж приятно видеть... Ну, вы меня понимаете.

— Нет,— твердо сказал Баркалов,— я должен увидеть.

— Хорошо,— устало отозвался Матвеев.— Тогда смотрите на экран.— Он нажал кнопку на пульте.

Матовая поверхность экрана заполнилась клубящимся голубовато-розовым туманом. Потом он рассеялся и перед Баркаловым открылось окно в другой мир...

Баркалов узнал здание института, конференц-зал, в котором происходило какое-то совещание, среди сидящих за столом на сцене смутно угадывались знакомые лица. Потом изображение начало стремительно сдвигаться и стало невозможно что-либо различить. Когда же экран вновь прояснился, на нем замелькали горы, затем равнина — по железнодорожному полотну шел поезд. Эти кадры вновь сменились горным пейзажем, но вдруг экран перечертила стремительная лавина обвала. Гигантские глыбы, сметая все на пути, катились вниз, увлекая за собой новые обломки. На какое-то время светящуюся поверхность экрана заполнили помехи, а когда они прекратились, возникла страшная картина железнодорожной катастрофы, точнее, ее последствий: искореженные, взгромоздившиеся друг на друга вагоны, разрушенная насыпь, тут и там тела погибших. Изображение укрупнилось и стали видны лица лежащих на земле людей...

Матвеев нажал другую кнопку и изображение замерло в неподвижности. Баркалов чуть ли не вплотную приблизил лицо к экрану. В самом центре кадра он увидел себя. Двойник Баркалова, безжизненно раскинув руки, лежал у края насыпи, придавленный свалившимся набок вагоном.

— Когда это... было? — с трудом выдохнул Баркалов, тут же осознав всю парадоксальность и нелепость своего вопроса.

Однако Матвеев невозмутимо ответил академическим тоном:

— Порядка тридцати сорока миллиардов лет назад.

— Значит, я уже существовал? — спросил потрясенный Баркалов.

— И вполне возможно, что даже несчетное число раз.

Хотя Баркалов и был чистым математиком, привыкшим оперировать самыми невероятными абстракциями, сейчас он никак не мог прийти в себя. Может быть, именно потому, что в данном случае заведомо абстрактное неожиданно оказалось неотвратимо и жестко реальным. И еще потому, что это реальное самым непосредственным образом касалось его самого.

Чтобы вновь обрести почву под ногами, ему необходимо было осмыслить ситуацию с разных сторон, постараться увязать ее с привычными представлениями:

— Все-таки очень странно осознавать, что ты уже много раз существовал, много раз жил на земле. А ведь до сих пор никто из нас ничего подобного никак не ощущал.

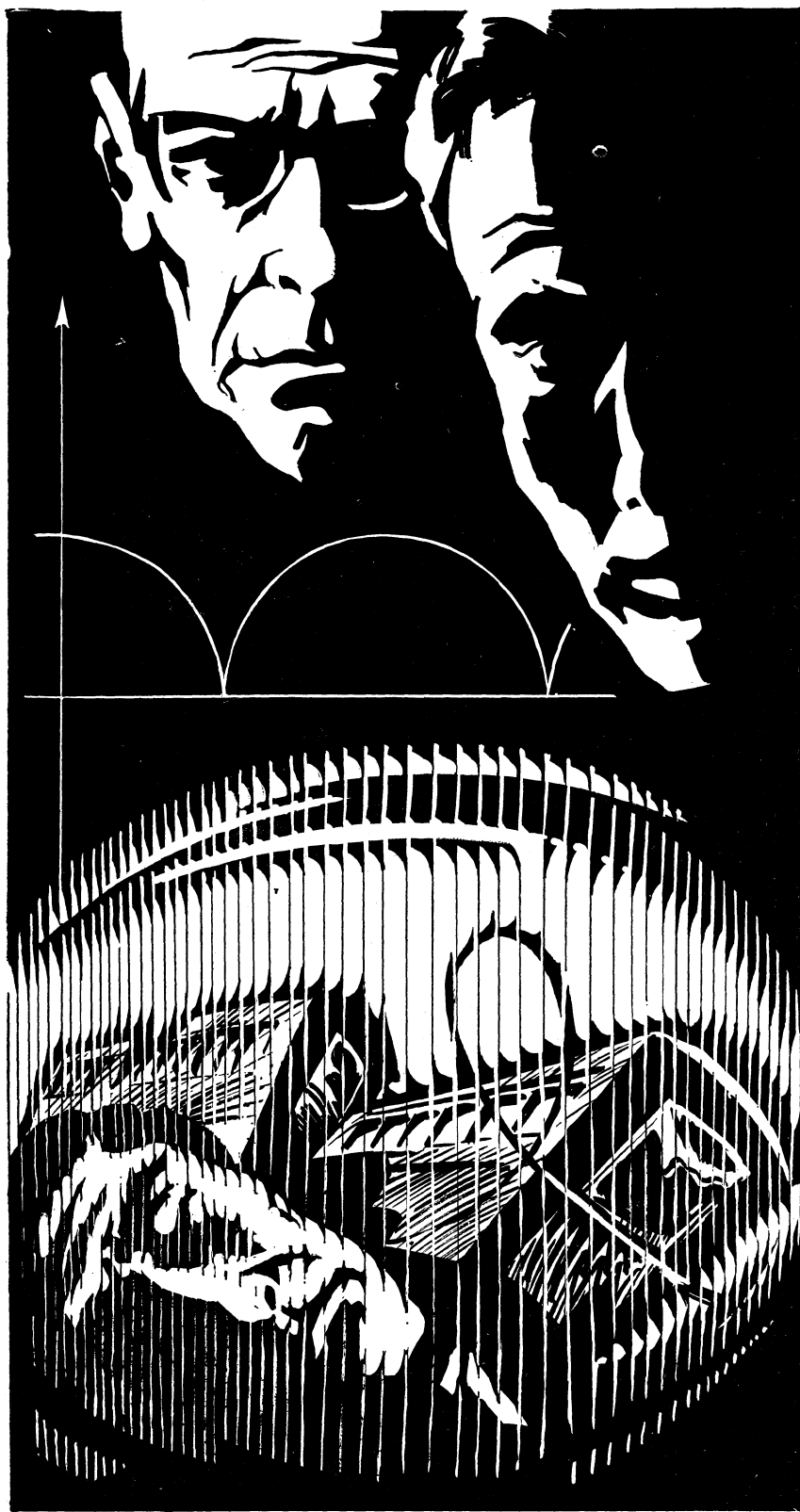
— Возможно, это и не совсем так,— возразил Матвеев.— Не исключено, что какие-то сигналы из прошлого до нас все-таки доходили. Но мы не умели в них разобраться.

— М-да,— сказал Баркалов, все еще не освоившись с тем, что узнал.— Следовательно, получается, что я уже несколько раз погибал в железнодорожной катастрофе?

Матвеев неопределенно повел плечами и пробормотал что-то невнятное. На некоторое время наступила тишина. Академик с тревогой следил за Баркаловым. Но тот уже овладел собой настолько, что вновь обрел способность рассуждать:

— В старину люди говорили: от судьбы не уйдешь... чему быть — того не миновать. Выходит, так оно и есть. Мы только повторяем то, что уже многократно происходило, как актеры, разыгрывающие одну и ту же пьесу.

— Но говорили и другое,— возразил Матвеев.— Если бы знать заранее, что произойдет, многих неприятностей можно было бы избежать. Потому и обращались ко вся-



кого рода оракулам и астрологам. Но, увы, эти люди ничего не могли знать о будущем.

— А теперь,— усмехнулся Баркалов,— появился оракул, способный будущее читать в прошедшем. А вы подумали о том, какой станет наша жизнь теперь, когда мы все будем знать наперед?

— Узнать мы можем далеко не обо всем. Мы способны получить информацию лишь о тех событиях, которые находятся в ближайшей окрестности пространственно-временной точки предшествующего цикла, соответствующей моменту наблюдения. Но кое-что мы в самом деле можем знать теперь заранее.

— А что толку?

— Вы меня удивляете, Баркалов,— сухо отозвался академик. Зная, что поездка на Южном экспрессе угрожает вам гибелью, вы можете взять и не поехать. Очень просто!

— Об этом я не подумал,— признался Баркалов.— А не вызову ли я тем самым какой-нибудь парадокс, который, еще чего доброго, приведет к гибели Вселенной?

— Дело в том, что в модели, которую мы рассчитали и справедливость которой, как вы могли убедиться, подтверждена экспериментом, поведение мировых линий подчиняется статистическим закономерностям. А где правит вероятность, там, как вы понимаете, возможны значительные отклонения от средних значений.

— Значит, картины эволюции Вселенной в различных циклах не вполне идентичны?

— В известных пределах.

— А вы не пытались выяснить природу этих отклонений? Какие при-

чины их порождают? Случайные флуктуации?

— Случайные возмущения существенной роли не играют. Как показывают расчеты, подобные возмущения, так сказать естественного порядка, довольно быстро «вымирают» со временем.

Сейчас Матвеев говорил нарочито лекторским тоном, словно отвечал на вопросы после какого-нибудь научного доклада. Он явно стремился сделать разговор менее конкретным, чтобы сгладить то ошеломляющее впечатление, которое произвело на Баркалова его сообщение.

— Естественные возмущения? — удивленно переспросил Баркалов. — Простите, не понимаю. А разве могут быть какие-либо другие?

— Как нам удалось выяснить, устойчивые отклонения мировых линий возникают только в тех областях пространства-времени, где происходит резкое уменьшение энтропии, чрезвычайно маловероятное в рамках чисто природных процессов.

— Должно быть, я сильно поглупел за последний час, — усмехнулся Баркалов. — Я все еще не понимаю.

— Я имею в виду, что создавать маловероятные состояния, сопровождающиеся резким уменьшением энтропии в некоторой области, способны только разумные существа. В данном случае — мы с вами.

— Ах вот вы о чем... Иными словами, мне повезло. Благодаря вашей теории и вашей установке у меня появилась возможность спастись?

— Вы уже спаслись, — улыбнулся Матвеев, показывая на часы. — Экспресс ушел двадцать семь минут назад.

Баркалов вскочил:

— Ушел?.. Но Ростислав Валерьянович!.. Ведь в поезде люди! Матвеев побледнел и изменился в лице.

— Представьте себе, об этой стороне я просто не подумал. В голову не пришло — все мысли были сосредоточены на вас.

— Вы можете обозначить район катастрофы?

— С точностью до трехсот километров в поперечнике. Смотрите на карту — центр зоны в районе тридцать седьмого разъезда.

— Мы можем успеть!

— Сергей Николаевич, — распорядился Матвеев, — садитесь быстро в машину и — на вокзал к главному диспетчеру! А я попытаюсь воспользоваться нашими каналами связи...

Пока Баркалов добирался до главного диспетчера, прошло еще не менее получаса. По дороге он решил, что ничего о циклических моделях говорить диспетчеру не станет, ведь неподготовленному человеку с ходу осмыслить нечто подобное совершенно невозможно. Поэтому он просто сказал, что в их институте получен прогноз очень сильного горного обвала в районе прохождения Южного экспресса, и попросил во избежание катастрофы задержать на некоторое время поезд, пока он не достиг угрожаемого района.

Главный диспетчер пожал плечами:

— Мне уже звонил по этому поводу ваш академик, но уверяю вас, что тревога совершенно напрасна. Трасса проложена заведомо на безопасном расстоянии от горных массивов. Взгляните на карту.

— В самом деле, — удивленно подумал Баркалов, — ни один обвал не

способен преодолеть подобное расстояние.

— А что сказал академик? — осведомился он.

— Обещал обратиться к высокому начальству. Но пока никаких распоряжений не поступало. Да если бы и поступили...

— Что же тогда?

— Видите ли, с Южным экспрессом у нас нет телеметрической связи. Его ведет запрограммированный автомат — трасса простая. Так что никаких команд мы все равно передать не можем.

— Но как же так?

— Уверяю вас, система абсолютно надежная. За двенадцать лет ни одной даже самой незначительной аварии. Возможность катастрофы практически исключена.

— А теоретически?

— Ну, разве что разверзнутся небеса...

— А если разверзнутся?

— Вы же знаете, стопроцентной надежности не бывает даже в собственной квартире. Какая-то доля риска остается всегда.

— Я напрасно теряю здесь время, — подумал Баркалов. — Надо догонять экспресс на машине. Если как следует поднажать, то я как раз успею настигнуть его у границы угрожаемой зоны. А там видно будет...

— Конечно, мы можем послать контрольный вертолет! — продолжал объяснять главный диспетчер, — но и он может лишь осуществить наблюдение. Внешнего управления, как я уже говорил, у этого экспресса нет. Но его компьютер сам способен оценить любую ситуацию...

Однако Баркалов его уже не слушал. Он торопливо вглядывался в висевшую на стене огромную схему железнодорожного пути, стараясь запомнить, как проходит автомобильная трасса. Потом, стремительно сбегав по лестнице, он сел в машину и чуть ли не с места дал полный газ...

Когда до слуха Баркалова донесся грохот отдаленного обвала, он сбавил скорость и прислушался. Стихающие

раскаты раздавались где-то впереди и справа от дороги.

— Странно,— подумал Баркалов.— Этот обвал и в самом деле не может причинить железнодорожному полотну никакого вреда — слишком далеко в стороне.

Дорога вильнула, и Баркалову на миг открылась стрела железнодорожного полотна. В синеве сгущавшегося вечернего сумрака он успел заметить вдали три светящихся глаза — огни мчавшегося вдогонку ему экспресса. Экспресса, в котором должен был бы находиться он сам, если бы не все то, что произошло в последние часы...

Баркалов посмотрел вперед — туда, где в вечерней дымке угадывались далекие очертания гор. Местность показалась ему знакомой. И, нажав на педаль, он прибавил скорость.

Теперь Баркалов двигался с таким расчетом, чтобы расстояние между ним и огнями экспресса оставалось неизменным. Если впереди неожиданно возникнет какая-то опасность, у него будет в запасе несколько десятков секунд и он сможет что-то предпринять. Правда, он даже представить себе не мог, как помочь в подобном случае. Но страх за людей, находившихся в вагонах поезда и ничего не подозревавших о возможной опасности, гнал его вперед.

Справа мелькнул знак железнодорожного переезда и Баркалову пришлось снизить скорость, а затем и нажать на тормоз: путь был прегражден шлагбаумом.

Переезд вел через ветку, отходящую от основной линии вправо, и закрытое положение шлагбаума сразу насторожило Баркалова. Коль скоро по основной линии приближался экспресс, боковое ответвление должно было оставаться свободным. При этих обстоятельствах перекрывающий шоссе дорогу шлагбаум выглядел чем-то противоестественным.

Где-то позади возник нарастающий рокот и над головой Баркалова, ударив по машине плотной волной воздуха, пронесся вертолет.

— Академик Матвеев действует,— мелькнула мысль. Но тут Баркалов увидел нечто такое, от чего у него

похолодело сердце и кровь застывала в висках.

По боковому пути под уклон стремительно катились к переезду три товарных вагона.

— Вот оно! — мгновенно сообразил Баркалов. — Где-то там, в горах обвал разорвал товарный состав и три хвостовых вагона, набирая скорость, мчались теперь к главному пути.

Бросив взгляд на огни приближающегося экспресса, Баркалов с безжалостной отчетливостью представил себе, что произойдет через несколько десятков секунд. Товарные вагоны достигнут основного пути в тот самый момент, когда экспресс будет проходить через развилку. Боковой удар и... в памяти Баркалова возникла телевизионная картинка — беспорядочное нагромождение изуродованных вагонов, тела погибших...

Вот как раз тот исключительный случай, когда автоматика бессильна. Если бы у товарного поезда был локомотив, начиненный электроникой, то, получив сигнал о том, что основной путь занят, он конечно остановился бы. Но оторванные от состава вагоны стали неуправляемыми. А с точки зрения электронной автоматики экспресса — все благополучно: подобная ситуация в ее программе, наверняка, непредусмотрена...

Вертолет, сделав круг, вернулся обратно и повис над развилкой: видимо, пилот тоже осознал аварийную ситуацию.

— Но с вертолета ничего нельзя сделать,— вспомнил Баркалов слова диспетчера.

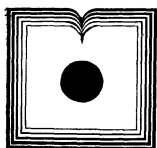
А между тем экспресс и товарные вагоны неуклонно сближались. Те-

перь уже было ясно, что пассажирский поезд проскочить не успеет. Мысли Баркалова лихорадочно метались в поисках выхода...

Решение пришло в тот момент, когда темные силуэты товарных вагонов бесшумно выросли почти перед самым переездом. Баркалов дал газ и машина, отбросив полосатую стрелу шлагбаума, вырвалась на переезд, перегородив путь. Вскочить Баркалов не успел...

Вечернюю тишину разорвал скрежет ломающегося металла. Сминая машину, тяжелые вагоны все же продолжали двигаться. Но скорость была потеряна. И когда вагоны, толкая перед собой остатки того, что еще недавно было скоростным автомобилем, выкатились на главный путь, пассажирский экспресс уже успел пройти. Катастрофа, быть может, повторявшаяся до этого бесчисленное число раз в предыдущих циклах существования Вселенной, на этот раз была предотвращена...

— Баркалов все же погиб,— сказал академик Матвеев на заседании ученого совета,— но погиб, не покорно подчинившись раз навсегда заведенному ходу событий, а сумев вмешаться в этот ход и изменить его... Он не успел завершить построение разработанной им новой теории. Но ценой своей жизни он сохранил для будущего жизни сотен людей, способных создать во много раз больше, чем может сделать один человек. И еще... Баркалов доказал, что течение явлений подвластно человеку и, какие бы события не произошли в предыдущих циклах, наше будущее зависит только от нас. Так будем же оптимистами!



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Доктор исторических наук
Л. А. ГОЛЬДЕНБЕРГ

«200 научных биографий»

В 1961 году увидели свет первые книги серии «Научно-биографическая литература». Подготовку этой серии к изданию осуществляет редакционная коллегия и историко-методологическая комиссия Института истории естествознания и техники Академии наук СССР во главе с академиком А. Л. Яншиным. За 15 лет издано 200 биографий творцов науки. Книги различны по содержанию, стилю изложения, характеру использования источников, глубине исследования тех или иных научных идей, исканий, открытий, гипотез и заблуждений. Все они оригинальны, всем им свойственно применение марксистско-ленинской методологии, которая предполагает изучение жизни и творчества деятелей науки в тесной связи с развитием производительных сил, с общественно-политическими и социально-экономическими условиями.

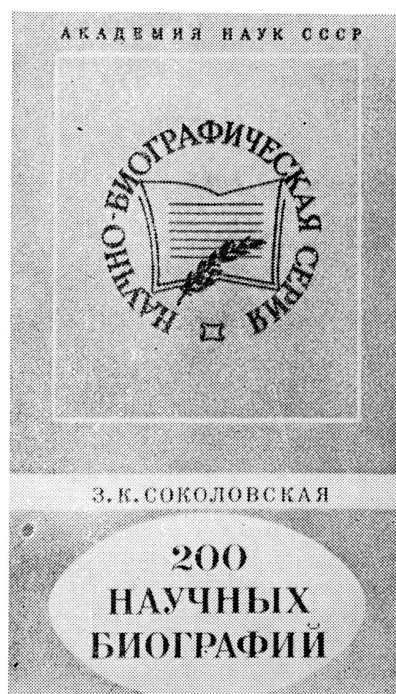
К 15-летию юбилею серии ученый секретарь редакционной коллегии кандидат технических наук З. К. Соколовская подготовила ценный библиографический справочник «200 научных биографий» (М., «Наука», 1975). Книге предпосланы краткое предисловие А. Л. Яншина и весьма содержательная вступительная статья автора «О серии «Научно-биографическая литература» Академии наук СССР». В статье сжато излагаются история создания серии, особые требования, предъявляемые к книгам историко-научного биографического жанра; характеризуются тематика и распределение книг по отраслям знания, авторы серии, круг читателей, приводится основное содержание многочисленных отечественных и зарубежных отзывов и рецензий, науч-

но-справочный аппарат. Справочник иллюстрирован photographиями обложек, титульных листов, гравюр, портретов, памятников, уникальных документальных материалов, содержащихся в книгах серии.

Центральную часть справочника занимают краткие сведения о научных биографиях, изданных в серии «Научно-биографическая литература», их переводы и рецензии. При обычной алфавитной группировке материала его выразительность достигается простыми полиграфическими средствами: фамилии ученых выделены жирным шрифтом, затем следует краткая характеристика (например, «Авогадро — итальянский физик и химик»), далее — фамилия и инициалы автора (курсивом), точное название книги, ее выходные данные и тираж, перечень приложений, а также не претендующие на полноту сведения о переводах книг на иностранные языки и опубликованных рецензиях. Читатели журнала «Земля и Вселенная» уже знакомы с положительными отзывами на монографию о великом Копернике (№ 5, 1974, стр. 76), астрономе В. Я. Струве (№ 4, 1965, стр. 94—95), мореплавателе И. Ф. Крузенштерне (№ 1, 1976, стр. 92—93).

Нужно подчеркнуть, что более трети всех книг серии посвящено ученым, работавшим в области наук о Земле и небе. Опубликовано 10 научных биографий астрономов и геодезистов, 16 — картографов, географов и мореплавателей, 17 — физиков и математиков, 18 — геологов и минералогов, 6 — ученых-энциклопедистов. Как в целом, так и в этой микросерии преобладают монографии (65%) о русских и советских

ученых. История развития астрономии и геодезии отражена в исследованиях о И. Кеплере и французском астрономе Ж. Лаланде, русских астрономах и геодезистах Ф. А. Бредихине, В. В. Витковском, А. Н. Савиче, советском астрономе и революционере П. К. Штернберге. Вышли в свет книги о русских физиках А. Г. Столетове, Н. А. Умове, математике М. В. Остроградском, советских физиках Б. Л. Розинге и Я. И. Френкеле, специалисте по атмосферной оптике и аэронауке С. Ф. Родионове, а также книги, посвященные американским физикам В. Франклину и Д. Гиббсу, создателю электронной теории нидерландскому физики Г. Лоренцу, немецкому физики Г. Герцу и английскому химику В. Рамзаю. Обстоятельные монографии рассказывают об ученом-энциклопедисте средневекового Востока Абу Райхане Бируни, о математике и поэте Омаре Хайяме. В серии широко представлены географы и картографы, усилиями которых в разные периоды было стерто множество «белых пятен» в науке и на карте мира. Это — картографы С. У. Ремезов и И. К. Кириллов, гидрографы и мореплаватели Г. А. Сарычев, Ф. П. Литке, Ф. П. Врангель, путешественники и естествоиспытатели И. И. Лепехин, А. Ф. Миддендорф, А. П. Федченко, Д. Г. Мессершмидт, исследователь Арктики В. Стефансон, почвоведы В. В. Докучаев и С. С. Неустров. Освещены жизнь и труд плеяды геологов и минералогов дореволюционной России XVIII—XX веков — А. М. Карамышева, Ф. П. Моисеенко, М. Ф. Соймонова, Э. Г. Лаксмана, Н. И. Кокшарова, Э. Е. Лейста, Л. И. Соколова, А. Л. Чекановского, Г. Е. Шуровского,



кристаллографа Е. С. Федорова, а также академика А. Е. Ферсмана и зарубежных естествоиспытателей Н. Стенона и А. Г. Вернера.

С полным правом тематику научно-биографической серии можно определить известными словами М. Горького: это — «наука, ее открытия и завоевания, ее работники и герои». Анализ творческой деятельности замечательных исследователей и описание их неповторимых жизненных путей адресованы ученым, преподавателям, аспирантам, студентам. Нельзя не согласиться с автором справочника, что каждая новая книга серии — ценное пополнение мировой биографической литературы. Множество хвалебных отзывов и переводы на иностранные языки ряда книг серии свидетельствуют о завоевании ею международного признания. Были переведены, например, монография об А. Эйнштейне на английский, французский, румынский, болгарский и японский языки, биография Г. Галилея — на французский, Г. Лейбница и Х. Гюйгенса — на болгарский, минералога Я. Берцелиуса — на румынский, Леонардо да Винчи — на английский, исследователя Сибири

Ф. Страленберга — на шведский.

Важнейшим показателем информационной ценности тех или иных изданий служит, как известно, число ссылок на них в научной литературе. Ссылки на книги научно-биографической серии в солидных научных трудах стали частым явлением, что свидетельствует об авторитетности академической научно-биографической литературы.

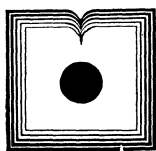
Научно-биографическая литература Академии наук СССР менее беллетризована, чем книги из цикла «Жизнь замечательных людей» («Молодая Гвардия»), но глубже по научному содержанию, чем биографии, опубликованные различными ведомственными издательствами. Книги этой серии отличаются тщательностью отбора источников, положенных в основу публикаций, обоснованностью выводов, логичностью изложения, высоким профессиональным уровнем научной популяризации.

Наряду с биографиями корифеев науки в серии появляются книги о менее известных, часто незаслуженно забытых деятелях естествознания, которые внесли весомый вклад в фонд мировой науки. Этим обстоятельством и вызвана дифференциация объемов книг — от крупных монографий по 20 и более печатных листов (биографии Аристотеля, Гете, Паскаля, академика А. Ф. Иоффе) до небольших брошюр в 3—4 листа («И. Е. Власов — воевода-рудознавец XVII в.»). Коротко сказать о проблеме тиражирования книг можно, лишь отнеся ко всей серии добрый и многозначительный совет в одной из рецензий: «Прочтите эту книгу, ... если сумеете ее достать».

Особый раздел справочника занимают краткие характеристики более 200 авторских заявок на подготовку научных биографий, поступивших в редколлегию серии. Среди них — астрономы древности и средневековья Ариабхата, Фергани, Хорезми, Туси Насирэддин, Джемшид Каши, Тихо Браге, основоположник селенографии Ян Гевелий, сподвижник Петра I Я. В. Брюс, конструктор астрономических инструментов Б. Шмидт, крупные математики, астрономы и геодезисты В. Гершель, Ж. Делиль, Л. Эйлер, Ф. Бессель, К. Гаусс, русские геодезисты-астрономы А. И. Лексель, Д. М. Перовщиков, С. Я. Румовский, Ф. И. Шуберт, выдающиеся ученые Н. Бор, М. Планк, Н. Е. Жуковский. Предполагается издание биографий советских ученых — академиков С. П. Королева, В. Я. Климова, С. А. Чаплыгина, И. Е. Тамма, Б. Н. Юрьева, С. И. Вавилова, геофизиков П. П. Лазарева и Г. А. Гамбурцева, геологов Н. С. Шатского, И. М. Губкина, геодезиста Ф. Н. Красовского, изобретателя Ф. А. Цандера. Уже находятся в печати биографии К. Э. Циолковского, академика В. И. Вернадского, русского математика академика П. Л. Чебышева, английского геолога Ч. Лайеля.

Заключительную часть книги составляют краткие сведения о редакционной коллегии и авторах (177 ученых), работающих в жанре научной биографии.

З. К. Соколовская составила очень удачное библиографическое пособие, умело передающее систематизированную информацию о книгах академической научно-биографической серии.



КНИГИ
С ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Профессор
В. М. КОТЛЯКОВ

«Между полюсом и Европой»

Много веков подряд Шпицберген — эта холодная северная земля, расположенная далеко за полярным кругом, привлекала внимание россиян. Еще не сложилось централизованного русского государства, еще ничего не слышали в Европе о богатых землях Сибири, а русские промышленники-поморы уже плавали к берегам архипелага, который они называли Грумантом. Ни зимняя стужа, ни бурное море не останавливали путешественников, а маленькие стойбища появились на Груманте еще в незапамятные времена — в XIII и XIV веках. Места эти были суровые, безлюдные, богатые морским зверем. История поморских поселений на Шпицбергене вошла неотъемлемой частью в историю русского Севера. С ней связано немало полярных «одиссей» и «робинзонад».

Эта история начинается с первых глав книги Е. М. Зингера «Между полюсом и Европой» (Изд-во «Мысль», 1975). Главная тема книги — работа на Шпицбергене небольшой научной экспедиции Академии наук СССР, однако рассказ о ней ведется на фоне повествования о богатой древней и современной истории освоения архипелага. Когда-то главными вехами в освоении архипелага были походы промышленников, но уже с XVIII века научные экспедиции под флагами разных стран начали интенсивно изучать северную полярную область Земли.

В книге Е. М. Зингера читатель встретит имена таких выдающихся полярных исследователей, как Г. Гудзон и В. Баренц, В. Чичагов и Ф. Чернышев, Ф. Нансен и Р. Амундсен, В. Рusanов и Р. Самойлович, Х. Аль-

ман и Х. Свердруп. Он проследит за сложностями их дорог, удачами поисков и нередко трагическим исходом. Как бы заново будут пройдены давно освоенные пути в просторы Арктики. Таким восприятием книги мы обязаны автору — тоже полярнику, прошедшему тяжелую тридцатилетнюю школу арктических путешествий.

Е. М. Зингер был в военное время радистом на ледоколе, в период проведения Международного геофизического года — научным сотрудником двухлетней экспедиции на Новой Земле, а в последние годы — он начальник Шпицбергенской гляциологической экспедиции АН СССР.

Шпицберген — холодный, но богатый край. Уже много десятилетий здесь разрабатываются залежи каменного угля, а сейчас проводятся поиски нефти. В соответствии с международным договором 1920 года о Шпицбергене, подписанным многими странами, в том числе и Советским Союзом, на архипелаге ведется разработка полезных ископаемых. Советские поселки горняков Баренцбург и Пирамида — два из самых крупных на Шпицбергене. В книге много и тепло рассказывается о этих рудниках, лежащих за пределами нашей страны.

Но зачем же появилась на архипелаге небольшая научная экспедиция, работа которой, собственно, и послужила фабулой книги? В составе экспедиции пятеро гляциологов — исследователей природных льдов, которых так много на Шпицбергене. Ледники здесь покрывают многие горные плато, трещиноватыми языками льда спускаются к берегу мо-

ря. С воздуха Шпицберген представляет чередование ледяных плоскогорий и горных цепей, широких долин, заполненных льдом и соединяющихся в верховьях друг с другом. Это «сетчатое» оледенение (его еще называют шпицбергенским) встречается и в других ледниковых областях, например на Новой Земле, но на Шпицбергене оно развито лучше всего.

Площадь, которую занимают здесь ледники, составляет свыше 35 тыс. км² — около 60% всей территории архипелага. Поэтому ландшафт Шпицбергена определяется оледенением. Но дело не только в этом. Оказывается, Шпицберген лежит как раз на пути основных влагоносных воздушных масс, прорывающихся из Атлантики в Арктику. Эти сравнительно теплые, влажные воздушные массы, обтекая Шпицберген двумя мощными струями, устремляются на север и приносят с собой обильные осадки. Больше всего их выпадает в прибрежных районах архипелага, обращенных к Гренландскому и Норвежскому морям. Поэтому на самом большом острове архипелага — острове Западный Шпицберген — ледников больше в его периферийных частях, чем в центре. Это лишь одна из особенностей природы архипелага, изученная гляциологами.

Сколько снега накапливается на ледниках, с какой интенсивностью он тает, как происходит сток талых вод, какова природная зональность в пределах ледников, отличаются ли колебания ледниковых языков (их концов) на Шпицбергене по сравнению с другими районами Арктики, в чем особенности ледниковой истории ар-



хипелага — эти и множество других вопросов стояло перед гляциологической экспедицией в 1965 году.

С тех пор прошло несколько лет исследований, полных суровой романтики и трудностей. За плечами участников экспедиции сотни километров маршрутов и тысячи сроков наблюдений на ледниках. Много будничной работы и ярких неожиданных приключений. О них и идет повествование в книге Е. М. Зингера. Дружба с шахтерами Баренцбурга, сотрудничество с зарубежными учеными и взаимовыручка — без всего этого невозможен успех столь сложной, хотя и небольшой экспедиции. А успех есть, об этом свидетельствует выход в свет еще одной книги — научной монографии «Оледенение Шпицбергена (Свальбарда)» (Изд-во «Наука», 1975), написанной участниками экспедиции, о которой идет речь в книге Е. М. Зингера.

Если посчитать по карте, то окажется, что от северной оконечности Шпицбергена до Северного полюса дальше, чем от южной оконечности архипелага до материковых берегов Европы. Но в действительности по-

лучается вроде бы «наоборот», поскольку именно Шпицберген всегда служил европейским форпостом для исследований околорайонного района. Именно отсюда начинались или здесь заканчивались экспедиции А. Норденшельда, Ф. Нансена, С. Андре, Р. Амундсена, У. Нобиле, У. Херберта и др. Эти путешествия стали неотъемлемой частью истории освоения Арктики и ярчайшим примером международного сотрудничества и взаимопомощи. В этом сотрудничестве едва ли не первое место принадлежало тогда еще молодой Советской стране.

С тех пор полярные исследования вступили в пору зрелости, и они немислимы без сотрудничества ученых разных стран. Вот почему на страницах своей книги Е. М. Зингер не раз обращается к проблеме дружественных взаимоотношений и доброжелательства и в большом, и в малом между советскими и зарубежными, прежде всего норвежскими, исследователями.

Жаль расставаться с героями книги «Между полюсом и Европой», которые выполнили программу исследований и возвращаются домой. Однако в заключении повествования говорится о новой экспедиции гляциологов на архипелаг, и это вселяет уверенность в грядущие успехи на поприще ледниковых исследований. А пока давайте закроем прочитанную книгу и поблагодарим автора — он сделал хороший вклад в библиотеку полярной литературы.

Книги 1977 года

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз «Курс общей астрономии» (изд. 4-е).

Б. А. Воронцов-Вельяминов «Сборник задач и практических упражнений по астрономии» (изд. 7-е).

Д. Я. Мартынов «Курс практической астрофизики» (изд. 3-е, переработанное).

П. Г. Куликовский «Учебник по курсу звездной астрономии».

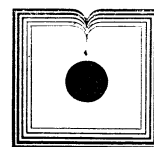
МОНОГРАФИИ

В книге **Е. П. Аксенова** «Теория движения искусственных спутников Земли» дается систематическое изложение аналитической теории движения ИСЗ и рассматриваются различные виды возмущений.

Монография **В. В. Железнякова** «Электромагнитные волны в космической плазме» посвящена процессам генерации и распространения электромагнитных волн в межзвездной среде, солнечной короне и магнитосфере пульсаров.

Монография **М. С. Лонгейра и Р. А. Сюняева** «Вещество и излучение во Вселенной» охватывает многие разделы астрофизики, дает представление о наблюдаемой Вселенной и ее эволюции.

В серии «Проблемы теоретической астрофизики» выходит монография **В. Г. Горбачко** «Космическая газодинамика», рассказывающая о возможностях применения газодинамических методов в астрофизике.



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

Выходит известная книга **С. И. Селешникова «История календаря и хронология»** (изд. 3-е), освещающая проблемы, связанные с построением, развитием и совершенствованием календаря.

К выпуску в свет готовится монография **«Происхождение и эволюция галактик и звезд»**, написанная коллективом авторов. Инициатором книги и ее редактором был **С. Б. Пикельнер**.

СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

«Астрономический календарь на 1978 год», который, как обычно, содержит не только эфемеридные таблицы, но и обзорные статьи, юбилейные даты, библиографический указатель.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ

Ю. Н. Ефремов «В глубины Вселенной» (изд. 2-е). Жюри конкурса на лучшую научно-популярную книгу отметило премией первое издание этой книги.

Книга **С. А. Каплана «Физика звезд»** (изд. 3-е) хорошо известна многим любителям астрономии.

Популярная монография **И. С. Шкловского «Звезды: их рождение, жизнь и смерть»** (изд. 2-е). Жюри конкурса на лучшую научно-популярную книгу отметило первое издание этой книги первой премией.

Небольшая книжка **В. А. Бронштэна «Планета Марс»** познакомит читателей с историей исследования этой планеты и с последними результатами, полученными с помощью автоматических межпланетных станций.

И. Е. РАХЛИН

РЕДАКЦИЯ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Н. Н. Крупенио «Радиофизические исследования планет». В книге описываются методы и приводятся результаты радиофизических исследований планет и их спутников, выполненные с Земли и с космических аппаратов. Сопоставляются результаты анализов грунта Луны, проведенных радиофизическими и механическими методами.

Л. В. Ксанфомалити «Планеты, открытые заново». Книга содержит новые данные, полученные с помощью космических аппаратов и средств наземной астрономии. Эти данные существенно изменили наши представления о планетах Солнечной системы.

В. А. Куликов, Н. С. Сидоренков «Планета Земля». В книге рассматриваются основные астрономические и физические проблемы планеты Земля: движение ее вокруг Солнца, движение земной оси в пространстве, вращение Земли, движение полюсов и неравномерность вращения Земли, строение земных недр, гидросферы, атмосферы и околоземного космического пространства.

В. П. ЛИШЕВСКИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

КНИГИ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ АСТРОФИЗИКЕ

М. Рис, Р. Руффини, Дж. А. Уилер «Черные дыры, гравитационные вол-

ны и космология». В последние годы Уилер вместе с коллегами работает над проблемой гравитационного коллапса. В новой книге образование черных дыр и космологическое расширение наблюдаемой области Вселенной рассматриваются как проявление гравитационного коллапса. Книгу нельзя назвать легкой для чтения, но ее с удовольствием прочтут многие астрономы, физики и математики.

С. Хоукинг и Д. Эллис «Крупномасштабная структура пространства-времени». Книга посвящена новому подходу к теории относительности и ее астрономическим и космологическим приложениям. Она рассчитана на студентов старших курсов, аспирантов и научных работников.

«Космология. Наблюдения и теории» под редакцией **М. Лонгейра**. Книга посвящена важнейшим для космологии задачам — сравнению космологических моделей с наблюдениями и выбору моделей и теорий, наиболее адекватно отражающих глобальные свойства пространства и времени.

На сакраментальный вопрос Козьмы Пруtkова «Почему днем светло, а ночью темно?» наука дала неожиданный ответ: ночью не абсолютно темно, а на Землю падает вполне измеримый поток излучения. Этой интересной проблеме посвящена небольшая книга **Ф. Роча, Дж. Гордон «Свечение ночного неба»**, которая привлечет внимание многих читателей.

При отборе книг для перевода постоянно уделялось внимание литературе по солнечно-земным связям и влиянию Солнца на различные зем-

ные процессы. Так, в 1976 году вышла книга **«Наблюдения и прогноз солнечной активности»**, а в 1977 году будет выпущена книга индийского геофизика А. Митры **«Воздействие солнечных хромосферных вспышек на ионосферу Земли»**.

КНИГИ ПО ГЕОФИЗИКЕ

С. Батчер и Р. Чарлсон **«Введение в химию атмосферы»** — один из первых учебников, посвященных проблеме загрязнения атмосферы.

Коллективная монография **«Акустика морских осадков»** под редакцией Л. Хэмптона посвящена исследованиям влияния морских осадков на распространение звука в океане. Эта проблема, имеющая большое научное и прикладное значение, интересует широкий круг специалистов — от океанологов, морских геологов и геофизиков до работников морского флота.

И специалисты, и любители-астрономы хорошо знают книгу К. У. Аллена **«Астрофизические величины»**. Это авторитетный и удобный справочник, в котором собраны основные формулы, константы, переводные множители и таблицы величин, которыми постоянно пользуются в повседневной работе астрономы, физики и геофизики. В 1977 году будет опубликован перевод третьего английского издания (первое издание этого справочника на русском языке вышло в 1960 году).

В книге Дж. Тернера **«Эффекты плавучести в жидкостях»** рассмотрены с единой точки зрения многочисленные проявления сил плавучести в природных явлениях и технике. В частности, под действием этих сил

происходит образование облаков и обмен глубинных вод в океане.

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ КНИГИ

Книга Э. Гибсона **«Спокойное Солнце»** написана американским ученым-астронавтом, совершившим длительный полет на орбитальной станции «Скайлэб».

Книга **«Кроме Стоунхенджа»**, принадлежащая перу Дж. Хокинса, как бы продолжает уже известную советским читателям книгу «Разгадка тайны Стоунхенджа». Автор рассказывает о гигантских рисунках в перуанской пустыне Наска, храме египетского бога Солнца Амона-Ра в Лускоре и других памятниках древнейших цивилизаций.

Л. В. САМСОНЕНКО

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

Н. К. Андрианов, А. Д. Марленский **«Школьная астрономическая обсерватория»**. В книге рассказано о том, как создать и оборудовать в школе астрономическую обсерваторию и как организовать на ней астрономические наблюдения. Авторы подробно объясняют, как самостоятельно построить телескоп. Используется опыт работы астрономической обсерватории МГПИ имени В. И. Ленина и Учебной астрономической обсерватории, созданной Н. К. Андриановым в г. Златоусте Челябинской области.

И. В. Кожеуров **«Элементы космонавтики в курсах физики и астро-**

мии» (изд. 2-е, переработанное). Книга содержит материал по различным вопросам космонавтики и смежным проблемам. Учитель сумеет использовать книгу на уроках физики и астрономии, а также на факультативных и кружковых занятиях.

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

Е. П. Левитан **«Астрофизика — школьникам»**. Книга посвящена современным проблемам астрофизики, связанным с Солнцем, звездами, галактиками, квазарами и планетами. Автор не только излагает готовые данные астрофизики, но и знакомит учащихся с методами астрофизических исследований. В текст включены задачи для самостоятельного решения.

М. М. Дагаев **«Школьный астрономический календарь на 1977/78 учебный год»**. Календарь издается ежегодно к началу учебного года и содержит необходимые справочные данные для наблюдения астрономических явлений.

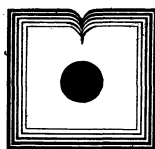
Н. В. ХРУСТАЛЬ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Как и в прошлые годы, подписчики получают 12 брошюр из серии «Космонавтика, астрономия».

А. Г. Иосифьян в брошюре **«Электромеханика в космосе»** рассказывает об электромеханических системах, с помощью которых осуществлялась мягкая посадка советских автоматических станций на поверхности Луны, Марса и Венеры.

Биологическим экспериментам на



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

поверхностях планет посвящена брошюра **Б. Г. Музракова** «Проблемы обнаружения жизни на планетах».

Результаты исследований Луны, полученные экспедициями «Аполлон» и автоматическими аппаратами, нашли отражение в брошюре **И. Н. Галкина** и **В. В. Шварева** «Строение Луны».

Активность ядер галактик и квазаров рассматривается **Э. А. Дебаем** на страницах брошюры «Нестационарные явления в галактиках».

О загадочных астрофизических объектах повествуется в брошюрах **И. Д. Новикова** «Черные дыры во Вселенной» и **Л. М. Озерного** «Квазары».

В брошюре **А. Н. Симоненко** «Пояс астероидов» дается обзор проблемы и приводятся результаты, полученные космическими аппаратами «Пионер-10 и -11».

В сборники «Современные достижения космонавтики» и «Современные проблемы астрофизики» войдут статьи советских и зарубежных специалистов. Кроме того, намечен выпуск двух юбилейных сборников: «С. П. Королев [К 70-летию со дня рождения]» и «20 лет космической эры».

Брошюры серии «Космонавтика, астрономия» Всесоюзного общества «Знание» рассчитаны на студентов и преподавателей вузов и техникумов, учащихся старших классов, учителей средних школ, а также на широкий круг читателей, интересующихся космонавтикой и астрономией. В розничную продажу они не поступают и распространяются по подписке (индекс Союзпечати — 70101).

Е. Ю. ЕРМАКОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЫСЛЬ»

М. И. Будыко в книге «Глобальная экология» рассматривает задачи и проблемы взаимодействия живых организмов с окружающей средой. Изменения, которые производит человечество в биосфере, методы регулирования биосферы — в центре внимания автора. Книга предназначена для географов, биологов и других специалистов, изучающих нашу планету.

Р. П. Булатов, М. С. Бараш и В. Н. Иваненков в монографии «Атлантический океан» излагают гидрометеорологические, геолого-геоморфологические и биологические особенности Атлантического океана и его ресурсы. Книга предназначена для океанологов, географов, геологов и других специалистов смежных наук.

А. Е. Криволуцкий в книге «Рельеф и недра Земли» анализирует закономерности связи форм рельефа с тектоническими структурами земной коры. Изучение этих связей имеет практическое значение для поисков полезных ископаемых, в частности нефти и газа. Книга предназначена для научных работников в области наук о Земле, геологов и географов.

В книге **А. Д. Астапенко** «Ну и погода!» рассказывается о стихийных явлениях природы: бурях, смерчах, самумах, ураганах, тайфунах, об их происхождении, влиянии на жизнь и хозяйственную деятельность людей.

В книге **В. И. Войтова** и **Р. П. Булатова** «Океанские дороги человечества» ученые воссоздают древние морские пути в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах. Авторы повествуют о плаваниях древних ви-

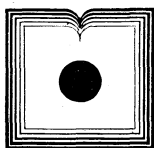
кингов, финикийцев и полинезийцев, а также экспериментах, доказывающих возможность древних трансокеанских переходов.

Развитию идеи академика **В. И. Вернадского** о роли воды в геологическом формировании земной коры посвящена книга **С. М. Григорьева** и **М. Т. Емцова** «Скульптор лика земного». Авторы доказывают, что вода — конструктор и строитель земной коры, ее организующее начало, играющее чрезвычайно роль в геохимической «кухне» земных глубин.

С. В. Марков в книге «Загадочный мир островов» знакомит читателей с островами Мирового океана, их происхождением, историей формирования флоры и фауны.

Мейрин Митчелл изучила архивные материалы путешествия **Ф. Магеллана**. После его гибели на Филиппинских островах только одно из пяти судов экспедиции вернулось в Испанию, завершив кругосветное путешествие. Капитаном этого корабля был Эль-Кано. Ему посвящена книга «Эль-Кано — первый кругосветный мореплаватель».

Е. П. ДЕРКАЧ



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

НОВЫЕ КНИГИ

ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СОЗВЕЗДИЯМ И ЛУНЕ

В 1976 году издательство «Наука» выпустило третье, исправленное и дополненное издание книги Ф. Ю. Зигеля «Сокровища звездного неба». Книга адресована широкому кругу любителей астрономии. Написанная живо и увлекательно, она знакомит читателей с миром звезд и Луной. (Планетам и малым телам Солнечной системы в книге отводится всего лишь несколько страниц: «Млечный Путь и зодиак», «Частицы и редкие гости на звездном небе».) Поэтому, прежде всего, — это путеводитель по созвездиям, в котором содержится много полезных сведений об околополярных созвездиях, а также созвездиях, которые видны на небе осенью, зимой, летом и весной.

Новое издание дополнено большим разделом, посвященным Луне. Его содержание раскрывается в следующих параграфах: «Первый урок селенографии», «Лунные глобусы, карты и атласы», «Пейзажи молодой Луны», «На поверхности полумесяца», «Нарастающая Луна», «Перед полнолунием», «Следы человека в соседнем мире», «Невидимое полушарие Луны», «От созерцания к исследованию».

Книга снабжена приложениями — справочным материалом, картой звездного неба, картой Луны, списком двойных и кратных звезд и др.

КНИГА О ЦИОЛКОВСКОМ

«Константин Эдуардович Циолковский» — так называется книга, которую написал А. А. Космодемьянский (Изд-во «Наука», 1976). В ней рассказывается о жизни, научной и изобретательской деятельности замечательного советского ученого, заложившего основы современной космонавтики и ракетной техники.

Текст книги доступен читателям, окончившим 8—10 классов средней школы. Он расчленен на восемь глав: «Первые шаги в науке», «Работы по аэронавтике и экспериментальной аэродинамике», «Работы по теории реактивного движения», «Из истории авиации и ракетной техники в России», «Ракеты для космических полетов и скорый поезд на «воздушной подушке», предложенные К. Э. Циолковским», «Новая наука — ракетодинамика», «Работы по теории межпланетных путешествий», «Знаменитый деятель науки».

В обширных приложениях, доступных хорошо подготовленным читателям, показано, как Циолковский математически обосновывал свои открытия, а также рассматривал вопросы психологии идеальных (по Циолковскому) ученых-мыслителей. «Основной мотив моей жизни, — писал К. Э. Циолковский, — сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизнь, продвинуть человечество хоть немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы, но я надеюсь, что мои работы, может быть скоро, а может быть и в отдаленном будущем, дадут обществу горы хлеба и бездну могущества».

ФИЛОСОФИЯ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ

В издательстве «Наука» в 1976 году вышла в свет книга «Философские проблемы астрономии XX века». Книга посвящена анализу теоретико-познавательных и методологических проблем, поставленных революцией в современной астрономии. Это сборник, в который вошло свыше двадцати статей, написанных известными советскими философами, астрофизиками и физиками (редакционная коллегия: В. В. Казютинский, М. Э. Омеляновский и Ю. В. Сачков).

Первый раздел книги — «Астрономия и революция в естествознании XX века» — открывается статьей В. А. Амбарцумяна и В. В. Казютинского «Революция в астрономии и ее взаимосвязь с революцией в физике». В этом же разделе опубликованы статьи В. Л. Гинзбурга, Я. А. Смородинского, Я. Б. Зельдовича и И. Д. Новикова, а также ряд статей других авторов.

Второй раздел книги — «Пути познания Вселенной» — открывается статьей В. С. Степина «Взаимосвязь наблюдения, эксперимента и теории в познании Вселенной». Эвристическим возможностям астрофизических моделей посвящена статья А. Г. Масевич. В этом же разделе обсуждаются гносеологические аспекты моделирования в космологии и рассматривается роль вероятностно-статистических представлений в развитии астрономии.

Третий раздел — «Знание и реальность в астрономии» — содержит три статьи: Б. Н. Пановкина «Объективность знания и проблема обмена смысловой информацией с внесезонными цивилизациями», И. С. Алексеева «Проблема существования в астрономии», Г. Ю. Тредера «Значение коперниканства для современной физической и астрономической картины мира».

Четвертый раздел книги — «Фундаментальные физические понятия в астрономии» — в основном посвящен анализу таких понятий, как «пространство», «время», «бесконечность».

В книге показана острая философская борьба, развернувшаяся вокруг наиболее глубоких проблем астрофизики и космологии. Убедительно обосновывается идея о том, что «единственной философией, адекватной современному развитию астрономии, как и всего естествознания наших дней, и способной эффективно решать теоретико-познавательные, методологические и мировоззренческие проблемы науки о Вселенной, является философия марксизма-ленинизма».

БАЙКОНУР НА ПРОСПЕКТЕ МИРА

В 1976 году издательство «Московский рабочий» выпустило в свет книгу М. Ф. Реброва «**Байконур на проспекте Мира**». Начинается она словами Л. И. Брежнева о том, что «...Расширяя нашу деятельность по изучению космоса, мы не только закладываем основы для будущих гигантских завоеваний человечества, плодами которых воспользуются грядущие поколения, но и извлекаем непосредственную практическую пользу сегодня для населения Земли, для наших народов, для дела нашего коммунистического строительства».

В обращении Героя Советского Союза В. А. Шаталова к читателям книги говорится: «Совершая вместе с автором путешествие в Страну Космоса, читатель сможет уяснить главное: человек вышел в космос, чтобы дерзать. Все дальше будут летать творения его рук, все глубже будут проникать люди в просторы Вселенной, в ее пока еще недоступные тайны. И все это ради жизни на Земле».

Автор ведет читателя по современному «храму неба» — павильону Академии наук СССР «Космос» на ВДНХ и рассказывает о его экспонатах от первых посланцев землян ракет и спутников до кораблей, на которых летали Юрий Гагарин и В. В. Николаева-Терешкова, до кораблей, на которых был совершен первый выход человека в открытый космос и эксперименты по программе ЭПАС.

ОТ АТОМОВ ДО ЗВЕЗД

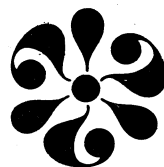
Много лет прошло с тех пор, как в русском переводе появилась книга Л. Гольдберга, Л. Аллера «Атомы, звезды и туманности» (Гостехиздат, 1948). И вот, в 1976 году издательство «Мир» выпустило второе издание этой книги, подготовленное Л. Аллером и посвященное Гольд-

бергу. Перевод с английского выполнила И. С. Щербина-Самойлова. В книге с позиций современной астрофизики рассматриваются многие классические и новейшие проблемы, причем изложены они в форме, доступной довольно широкому кругу интересующихся астрономией и астрофизикой.

«Я попытался,— пишет Л. Аллер,— дать общее представление о состоянии того искусства, которым можно было бы назвать современную классическую астрофизику, и заглянуть, правда мимоходом, в загадочное, неодолимо влекущее к себе царство частиц высоких энергий и необычных источников энергии, где подчас кажется, что отдельные факты упрямо не поддаются какому-либо приемлемому объяснению».

Двенадцать глав книги имеют следующие названия: «Первое знакомство со звездами и туманностями», «Звездные радуги», «Атомы и молекулы — кирпичики, из которых построены звезды», «Климат звездных атмосфер», «Анализ звезд», «Карлики, гиганты и сверхгиганты», «Газовые туманности и межзвездная среда», «Что заставляет звезды светить?», «Биография звезды», «Пульсирующие звезды», «Взрывающиеся звезды», «Астрономия высоких энергий».

В «Приложениях» читатели найдут обозначения звезд и туманностей, некоторые физические величины и зависимости, используемые в астрономии, астрономические постоянные, а также ряд справочных материалов.



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Уважаемая редакция! Я слышал, что на Земле есть такие места, где бесследно исчезают самолеты и корабли. Если это правда, то прошу на страницах вашего журнала объяснить причину этого явления.

Н. ЧЕРНУХА (г. Марганец)

В газетах довольно часто публикуют статьи с интригующими названиями, например «Тайна Бермудского треугольника». Убедительно прошу Вас опубликовать на страницах журнала компетентную информацию по этому вопросу.

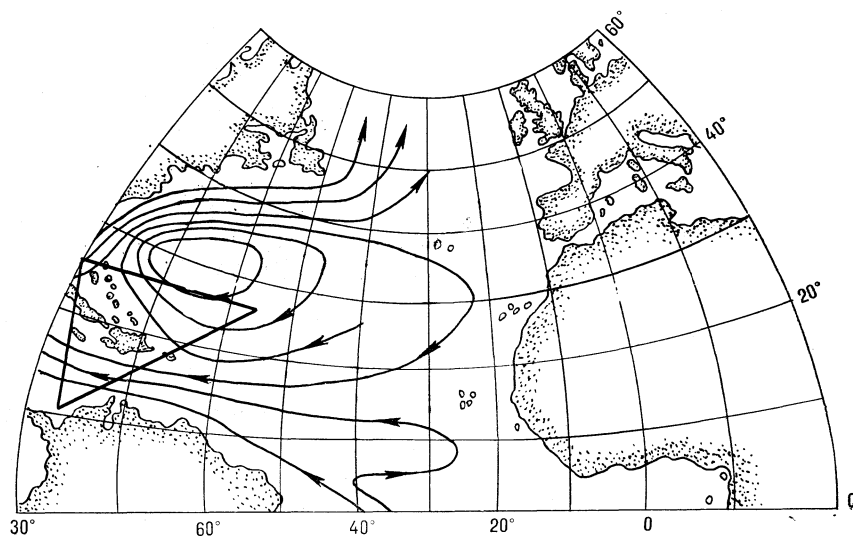
А. КУЛЬКОВ (г. Клинцы)

Аналогичных писем редакция получила много. Отвечает на них кандидат географических наук Б. Н. ФИЛЮШКИН.

БЕРМУДСКИЙ ТРЕУГОЛЬНИК

Район Атлантического океана между Бермудскими островами, полуостровом Флорида и островом Пуэрто-Рико — так называемый Бермудский треугольник — последние два десятка лет привлекает особое внимание любителей сенсаций, а рассказы о нем путешествуют из одного периодического издания в другое. За рубежом появились сотни статей в газетах и популярных журналах, книги и даже «документальные» фильмы. Напечатано несколько статей и в нашей стране.

Бермудский треугольник пытаются представить каким-то загадочным местом, говоря о «треугольнике смерти», «кладбище Атлантики» и т. д. Что же послужило причиной столь жгучего интереса к небольшому району земного шара?



Проанализируем события и факты, собранные Ш. Берлитцем в книге «Бермудский треугольник», которая вышла в США в сентябре 1975 года и стала бестселлером, а также расскажем о некоторых результатах научных исследований в этом районе океана. Нам придется допустить, что факты, приводимые автором книги, достоверны (никаких ссылок на официальные источники нет!). Берлитц в предисловии пишет, что этот район Мирового океана выделяется по числу необъяснимых событий: начиная с 1945 года здесь пропало бесследно более ста самолетов и кораблей и более ста человек. Особенно подробно излагается случай одновременного исчезновения пяти бомбардировщиков Военно-морских сил США в декабре 1945 года. С самолетами, выполнявшими учебный полет, была потеряна радиосвязь, последние слова командира звена оказались загадочными и необъяснимыми: «Все приборы вышли из строя. Мы не можем определить направление...». Поиски, предпринятые на следующий день, результатов не дали, хотя удалось обследовать огромную акваторию. И нигде не обнаружили ни

плавающих остатков, ни пятен масла. Члены поисковой группы оставили в протоколе драматические записи: «Мы даже не могли высказать предположения, что же произошло» или «...Они исчезли, словно улетели на Марс».

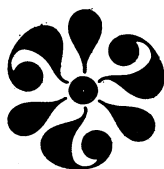
В книге приводятся 16 случаев исчезновения самолетов с 1945 по 1963 год, причем шесть случаев произошло с самолетами Военно-морских сил, три — с самолетами крупных компаний и остальные — с частными самолетами. Несмотря на хорошую погоду, с самолетами за некоторое время до посадки прерывалась радиосвязь. Далее следуют примеры исчезновения 19 кораблей за период с 1840 по 1973 год, причем шесть судов были обнаружены в районе треугольника плавающими без экипажей. Если же самолетам и судам, которые попали в необычные условия, посчастливилось избежать гибели, то начинались рассказы «бывалых» людей. Эти рассказы охотно подхватывались большинством нетребовательных журналистов.

Аварийным ситуациям посвящается целая глава книги... Самолеты тихим днем словно проваливаются в воздушные ямы на сотни метров, а суда сталкиваются со встречным течением небывалой силы или огромной одиночной волной. Выходят

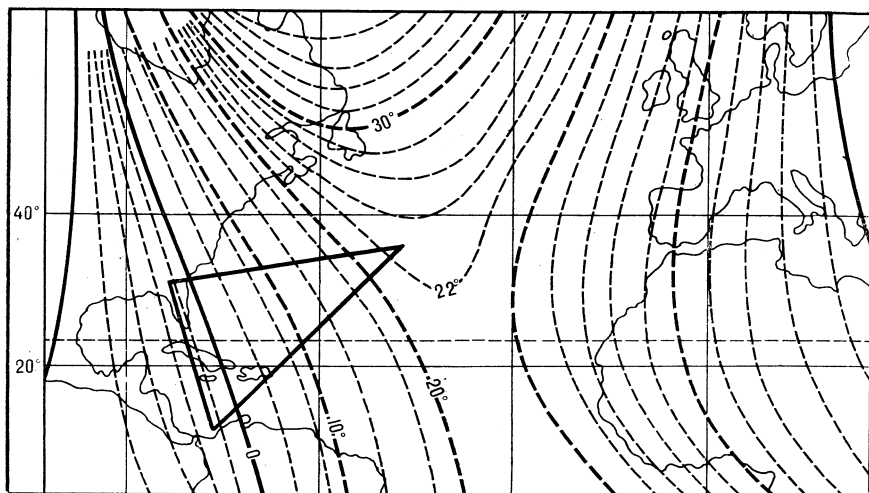
из строя судовые компасы, нарушается радиосвязь, отключаются радиопилот, авиационный, разряжаются аккумуляторы. Наблюдается необычное свечение поверхности воды. Однако через некоторое время все возвращается в первоначальное состояние. В книге приведенные факты ничем не подтверждаются. А желание сгустить краски заставляет автора даже обычные поломки на судах отнести к необъяснимым явлениям загадочного района. Именно поэтому автор упоминает аварию на английском лайнере «Куин Елизабет-2» в районе Бермудского треугольника 3 апреля 1974 года.

Но даже проявляя большую снисходительность, трудно этот перечень отдельных событий, практически ничем строго не документированных, назвать фактическим материалом. Если отбросить элемент фантазии, то многие из происшествий можно объяснить, не прибегая к таинственным силам. Однако большинство авторов многочисленных статей (в том числе и автор рассматриваемой книги) сразу же ссылаются на «неопознанные летающие объекты» и намекают на возможность участия инопланетян или на то, что район Большой Багамской банки, круто обрывающейся в глубины океана, есть часть древней Атлантиды, где был древний энергетический центр («Земля и Вселенная», № 2, 1975, стр. 53—60.— Ред.). И чтобы подтвердить свою точку зрения о существовании древней высокоразвитой цивилизации, вспоминают о ставших уже хорошо известными знаках в долине Наска (Перу), изображениях «древних космонавтов», гигантских

■
Бермудский треугольник. Показана схема поверхностных течений (сплошные линии со стрелками)



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ



каменных памятниках в Египте, Перу, Индии. Археологи и историки уже решили эти загадки, а мы попытаемся ответить на вопрос, чем же объясняются отдельные «таинственные» катастрофы в районе Бермудского треугольника?

Район юго-западной части Северной Атлантики отличается большой сложностью процессов, происходящих в атмосфере и океане. Именно над этой акваторией проносятся сильные тропические ураганы, развиваются локальные смерчи («Земля и Вселенная», № 1, 1975, стр. 4—12.—Ред.). Здесь очень сложна циркуляция вод: сильное Флоридское течение дает начало Гольфстриму, на

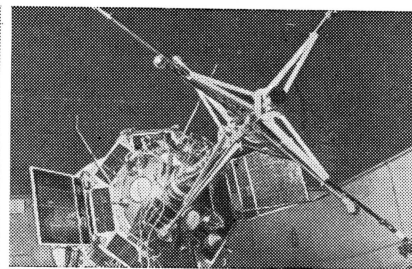
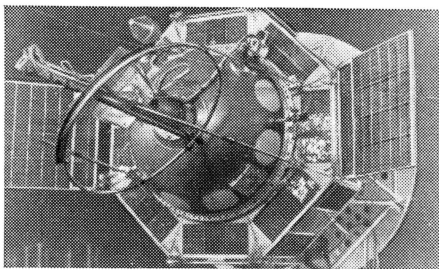
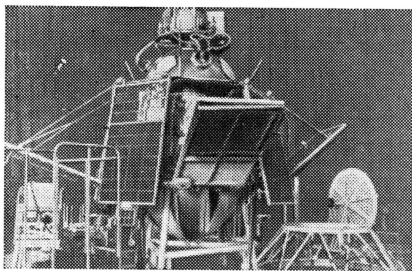
восточной периферии которого развиваются круговые вихри, возникающие в результате отрыва меандр. Такие вихри ученые называют рингами. Сложная орография района Антильских и Багамских островов, где наблюдаются резкие перепады глубин, формирует сложную локальную циркуляцию вод и увеличивает роль приливных течений. Если же взглянуть на карту магнитного склонения, то нетрудно увидеть, что в районе проходит нулевая изогона, то есть восточное магнитное склонение меняется на западное («Земля и Вселенная», № 5, 1975, стр. 39—44.—Ред.). Все это, вместе взятое, говорит о сложных навигационных условиях. Кроме того, Бермудский треугольник лежит на пересечении важных торговых путей, связывающих Северную и Южную Америку, Европу и Центральную Америку, и поэтому поток судов и самолетов здесь велик. Обилие небольших островов

вызвало развитие малого каботажного судоходства, а модный туризм — появление прогулочных яхт и небольших частных самолетов. Невысокий профессиональный уровень большинства яхтсменов и владельцев самолетов в сложных навигационных условиях района приводит к многочисленным несчастным случаям и «таинственным» исчезновениям. В то же время, если обратиться к средним статистическим данным о гибели судов в Мировом океане (несколько тысяч в год), то становится ясным, что число судов, пропавших в Бермудском треугольнике, мало отличается от средних величин.

Можно привести еще один пример: гибель норвежского супертанкера «Берге Истра». С борта танкера 29 декабря 1975 года было передано, что океан спокоен и экипаж благодарит за поздравление с Новым годом. Но этот разговор оказался последним. Поиски танкера ничего не дали. И снова родилась легенда о «Море дьявола» — аналоге Бермудского треугольника в Тихом океане. Однако легенда не состоялась. 18 января японское судно подобрало чудом спасшихся двух норвежских моряков. Тогда-то и выяснилось, что 30 декабря внутри танкера произошел взрыв и разломанное на части судно через несколько секунд затонуло.

Необходимо отметить, что Бермудский треугольник интенсивно исследуется океанологами и геофизиками многих стран в течение длительного времени. В этом районе неоднократно работало научно-исследовательское судно Института океанологии АН СССР «Академик Курчатов». Уче-

Карта линий равного магнитного склонения (изогон). Нулевая изогона, вдоль которой происходит смена западного магнитного склонения на восточное, проходит через Бермудский треугольник



ные исследовали течения и рельеф дна, измеряли температуру, соленость, характеристики морской турбулентности, проводили драгирование на склонах Пуэрто-Риканского желоба. Активно работают здесь и американские океанологи. Почти в самой середине треугольника они изучали динамику морских течений. В эксперименте МОДЕ-1, аналогичном советскому эксперименту ПОЛИГОН-70 («Земля и Вселенная», № 3, 1971, стр. 6—17.—Ред.), в марте—июле 1973 года исследовалась срединноокеаническая циркуляция вод. В период эксперимента велось наблюдение за поплавками нейтральной плавучести на глубине 700 и 2000 м. Местоположение поплавков определялось с помощью станций акустического прослушивания, расположенных на Багамских, Антильских и Бермудских островах. В эксперименте МОДЕ-1 участвовали и советские ученые. Ни в одном научном сообщении нет даже намека на «таинственные» явления: радиосвязь не отказывала, не выходила из строя компасы и системы электропитания, а свечение моря, если и наблюдалось, то не сильнее того, какое обычно бывает во многих других районах Мирового океана.

В настоящее время со спутников ежедневно проводятся температурные съемки поверхности океана и, в частности, района Бермудского треугольника. Это позволяет исследовать пространственные и временные характеристики изменчивости Гольфстрима. Дважды в сутки, правда с меньшей разрешающей способностью, получают фотографии всего северного полушария с полярного

синхронного метеорологического спутника. Но ни на одной из них не обнаружено ни загадочного свечения, ни таинственных магнитных явлений в этом районе.

Однако любители сенсаций не унимаются. Вот новое сообщение о «таинствах» Бермудского треугольника обошло страницы газет: «Некоторые спутники Национальной администрации по изучению океана и атмосферы (NOAA), пролетая над районом, почему-то не записывают информацию». «Загадка» разрешилась просто: спутники этой серии в момент передачи информации на приемную станцию не производят съемку земной поверхности. Совершенно случайно эта «мертвая» зона совпала с треугольником.

Всем сообщениям о Бермудском треугольнике присуща одна особенность — отсутствие проверенных фактов. Вот почему удивительные рассказы о странных событиях и исчезновениях **не ставят перед наукой никаких новых вопросов**. И хотя многие тайны перестали быть тайнами или никогда ими не были, на страницах печати, к сожалению, еще появляются сообщения из области ненаучной фантастики. Эти сенсационные сообщения эксплуатируют естественный интерес человека ко всему неизвестному и удивительному.

Уважаемая редакция!

Я работаю технологом на заводе, но очень интересуюсь новинками в области астрономии и космонавтики, а в последнее время даже выступаю с лекциями по поручению городского отделения общества «Знание». Наверное, не только мне, но и многим другим читателям «Земли и Вселенной» было бы полезно иметь сводку основных данных о совместных космических экспериментах, которые осуществили советские и зарубежные ученые.

К. Л. ГИЛЕЕВ (г. Барнаул)

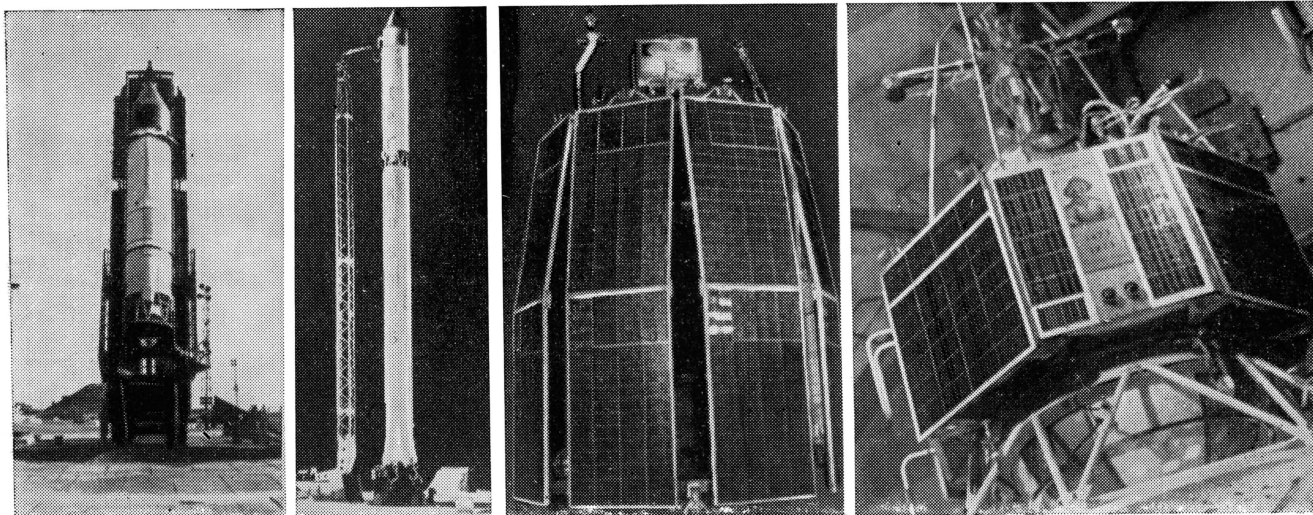
По просьбе редакции интересующую читателей сводку подготовил сотрудник Совета по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства «Интеркосмос» при Президиуме АН СССР В. А. ДЕНИСЕНКО.

Успешно развивается сотрудничество Советского Союза с другими странами в области исследования и использования космического пространства. Хорошо известна читателям принятая в 1967 году программа со-

■ Искусственный спутник Земли
«Интеркосмос-1»

■ Искусственный спутник Земли
«Интеркосмос-5»

■ Искусственный спутник Земли
«Интеркосмос-10»



циалистических стран в исследовании космоса, которая получила название «Интеркосмос». За семь лет после запуска первого спутника «Интеркосмос-1» (14 октября 1969 года) в рамках этой программы осуществлены запуски шестнадцати искусственных спутников Земли различных модификаций, несколько геофизических высотных ракет и значительное число метеорологических («Земля и Вселенная», № 3, 1976, стр. 28—38.—Ред.). Ученые Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Советского Союза и Чехословакии в результате проведенных экспериментов в космосе получили богатый материал, который совместными усилиями обрабатывается и анализируется и является достоянием всех сотрудничающих стран. Полученные научные результаты докладываются на международных форумах по космосу.

По поручению своих правительств 13 июля 1976 года в Москве представители Болгарии, Венгрии, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Советского Союза и Чехословакии подписали соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. Это соглашение открывает новые перспективы в дальнейшем развитии совместных работ в космосе социалистических стран.

Десять лет осуществляется сотруд-

ничество Советского Союза и Франции в исследовании космоса. Это сотрудничество проводится на основе межправительственного соглашения, подписанного в июне 1966 года во время встречи на высшем уровне. Десятки совместных экспериментов провели советские и французские ученые и специалисты. Запуски французских автономных спутников МАС, эксперименты по исследованию радиоизлучения Солнца, лазерная локация Луны, изучение параметров ионосферы в полярных областях — далеко не полный перечень совместных работ в рамках советско-французского сотрудничества в космосе. Значительный интерес представляют эксперименты по проекту «Аракс», проведенные в 1975 году.

В соответствии с соглашением между Академией наук СССР и Индий-

ской организацией космических исследований (ИСРО) в апреле 1975 года советской ракетой-носителем был запущен первый индийский спутник научного значения, который был назван в честь древнейшего ученого Индии «Ариабата» («Земля и Вселенная», № 3, 1975.—Ред.). В настоящее время осуществляется подготовка к запуску второго индийского спутника, предназначенного для исследований земной поверхности из космоса.

Большим вкладом в развитие космонавтики стал экспериментальный полет космических кораблей «Союз-19» и «Аполлон», который был осуществлен в июле 1975 года («Земля и Вселенная», № 2, 1974, стр. 13—17; № 1, 1976, стр. 8—15.—Ред.). Созданные и испытанные в ходе совместного проекта совместимые системы и узлы для стыковки пилотируемых кораблей различных стран обеспечивают более широкие возможности в изучении космического пространства и повышении безопасности полетов человека на космических кораблях.

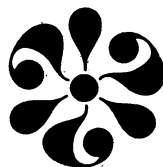
Сотрудничеству в освоении космоса посвящена книга «Орбиты сотрудничества» (М., Изд-во «Машиностроение», 1975). Мы публикуем уточненную таблицу космических экспериментов, выполненных в соответствии с программами международного сотрудничества Советского Союза с другими странами.

■
Ракета-носитель и искусственный спутник Земли «Интеркосмос-3» на стартовой позиции космодрома

■
Ракета-носитель и искусственный спутник Земли «Интеркосмос-8» на стартовой позиции космодрома

■
«Интеркосмос-15» — автоматическая универсальная орбитальная станция

■
«Интеркосмос-Коперник-500»



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Эксперименты в космосе, выполненные в соответствии с программами международного сотрудничества Советского Союза с другими странами

№ п/п	Наименование космического аппарата, проекта	Дата запуска (посадки)	Начальные параметры				Цель и задачи эксперимента	Страны-участницы	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град.	Период обращения			
1	Метеоракеты МР-12 (СССР)	1967–1976	170 *	—	—	—	Измерения температуры верхней атмосферы Земли с помощью светящихся облаков	СССР, Франция	Запуски с о. Хейса (СССР)
2	«Космос-261»	20.XII.1968	670	217	71	93,1 мин	Исследование вариаций параметров верхней атмосферы Земли	СССР	Сопутствующие наблюдения и участие в анализе полученных данных: НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР
3	Советские и французские аэростаты	1968–1971	35–45 *	—	—	—	Исследование электромагнитных явлений в магнитосопреженных точках Земли	СССР, Франция	Проект «Омега»
4	«Интеркосмос-1»	14.X.1969	640	260	48,4	93 мин	Исследование коротковолнового излучения Солнца и его влияния на верхнюю атмосферу Земли	ГДР, СССР, ЧССР	
5	Ракеты «Дракон ПВ» (Франция)	1969	430 *	—	—	—	Определение состава верхней атмосферы Земли	СССР, Франция	Запуски с территории Франции
6	«Интеркосмос-2»	25.XII.1969	1200	206	48,4	98,5 мин	Исследование параметров верхней атмосферы и ионосферы Земли	ГДР, СССР при участии НРБ и ЧССР	
7	«Космос-321»	20.I.1970	507	280	71	92 мин	Исследование параметров верхней атмосферы Земли	СССР	Сопутствующие наблюдения: НРБ, ГДР, Куба, ПНР, СРР, СССР, ЧССР
8	«Космос-348»	13.VI.1970	680	212	71	93 мин	Исследование вариаций параметров верхней атмосферы Земли в связи с непериодическим проявлением солнечной активности	СССР	Сопутствующие наблюдения и участие в анализе полученных данных: НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР

* Для исследовательских ракет и аэростатов указывается максимальная высота подъема.

Продолжение

№ п/п	Наименование космического аппарата, проекта	Дата запуска (посадки)	Начальные параметры				Цель и задачи эксперимента	Страны-участницы	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град.	Период обращения			
9	«Интер-космос-3»	7.VIII.1970	1320	207	49	99,8 мин	Исследование магнитосферы, радиационных поясов Земли и низкочастотных электромагнитных волн и сигналов	СССР, ЧССР	Сопутствующие наблюдения и обмен результатами: НРБ, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР, Франция
10	«Метеор» (СССР)	1970–1972	600 (круговая)	81	97 мин	102 мин	Исследование облачного покрова над территориями СССР и Франции	СССР, Франция	
	Зонды «Колумб» (Франция)		900 (круговая)	81					
11	«Интер-космос-4»	14.X.1970	до 40 668	— 263	— 48,5	— 93,6 мин	Исследование коротковолнового излучения Солнца и его влияния на верхнюю атмосферу Земли	ГДР, СССР, ЧССР	
12	«Луна-17» «Луноход-1»	10.XI.1970 17.XI.1970	—	—	—	—	Точное измерение параметров системы Земля – Луна	СССР, Франция	
13	«Вертикаль-1»	28.XI.1970	487 *	—	—	—	Исследование Солнца, параметров верхней атмосферы Земли и метеорного вещества	ВНР, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР при участии НРБ	Запуски с международного полигона ТЕРЛС (Индия) Сопутствующие наблюдения и участие в обработке: НРБ, ГДР, Куба, ПНР, СРР, СССР, ЧССР
14	Ракеты М-100	1970–1976	100 *	—	—	—	Измерение параметров верхней атмосферы	СССР, Индия	
15	«Космос-381»	2.XII.1970	1023	985	74	105 мин	Исследование параметров ионосферы	ГДР, СССР	
16	«Марс-3»	28.V.1971	—	—	—	—	Исследование радиоизлучения Солнца в метровом диапазоне	СССР, Франция	
17	«Вертикаль-2»	20.VIII.1971	463 *	—	—	—	Исследование ультрафиолетового и рентгеновского излучений Солнца, параметров ионосферы и метеорного вещества	НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР	

№ п/п	Наименование космического аппарата, проекта	Дата запуска (посадки)	Начальные параметры				Цель и задачи эксперимента	Страны- участницы	Примечание
			Апо- гей, км	Пери- гей, км	Накло- нение, град.	Пе- риод обра- щения			
18	«Интер- космос-5»	2.XII.1971	1200	205	48,4	98,5 мин	Исследование магнито- сферы, радиационных поясов Земли и низкоча- стотных электромагнит- ных волн и сигналов	СССР, ЧССР	Сопутствующие наблюдения и об- мен данными: НРБ, ГДР, Новая Зеландия, СССР, ЧССР, Франция
19	Ракеты МР-12 и М-100	1971–1976	170 * 100 *	—	—	—	Измерение concentra- ции заряженных частиц, плотности и температу- ры; отработка методов измерения ветра в верх- ней атмосфере	НРБ, ГДР, СССР	Запуски со стан- ции ракетного зондирования «Волгоград»
20	«Ореол»	27.XII.1971	2500	410	74	114,6 мин	Изучение спектров и энергии протонов и эле- ктронов с целью выяс- нения природы поляр- ных сияний	СССР, Франция	Проект «Аркад»
21	Ракеты МР-12 (СССР) и «Ве- роника» (Франция)	XII.1971	170 * 227 *	— —	— —	— —	Измерение электронной концентрации и темпе- ратуры, нейтринного и ионного состава, темпе- ратуры нейтральной ат- мосферы	СССР, Франция	Запуски у берегов Французской Гвинеи
22	МАС (малый автономный спутник, Фран- ция)	4.IV.1972	39260	480	65,6	11 ч 45 мин	Изучение эффектив- ности элементов солнеч- ных батарей	СССР, Франция	Запущен совме- стно с советским спутником связи «Молния-1» одной ракетой-носителем
23	«Интер- космос-6»	7.IV.1972	256	203	51,8	89 мин	Исследование космиче- ских лучей высокой энергии и метеорного вещества	ВНР, МНР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР	
24	«Прогноз-2»	29.VI.1972	200000	550	65	97 ч	Изучение частиц малых энергий во внешних об- ластях магнитосферы; исследование нейтронов и гамма-лучей солнечно- го происхождения	СССР, Франция	Проекты «Ка- липсо», «Снег»
25	«Интер- космос-7»	30.VI.1972	568	267	48,4	92,6 мин	Исследование коротко- волнового излучения Солнца и его влияния на верхнюю атмосферу Земли	ГДР, СССР, ЧССР	Сопутствующие наблюдения и участие в анализе данных: НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР
26	«Интер- космос-8»	1.XII.1972	679	214	71	93,2	Исследование парамет- ров верхней атмосферы и ионосферы Земли	НРБ, ГДР, СССР, ЧССР	Сопутствующие наблюдения: НРБ, ГДР, Куба, СССР, ЧССР
27	«Луна-21» «Луноход-2»	8.I. 16.I.1973	— —	— —	— —	— —	Точное измерение пара- метров системы Земля — Луна	СССР, Франция	Сопутствующие измерения: США
28	«Интеркосмос- Коперник 500»	19.IV.1973	1551	202	48,5	102,2 мин	Исследование споради- ческого радиоизлучения Солнца и характеристик ионосферы Земли	ПНР, СССР	Сопутствующие наблюдения: ПНР, СССР, ЧССР
29	«Марс-6» «Марс-7»	5.VIII. 9.VIII.1973	— —	— —	— —	— —	Исследование радиоизлу- чения Солнца, свойств космических лучей и солнечного ветра	СССР, Франция	Проекты: «Же- мо-С», «Сtereo-5», «Жемо-Т»

№ п/п	Наименование космического аппарата, проекта	Дата запуска (посадки)	Начальные параметры				Цель и задачи эксперимента	Страны-участницы	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град.	Период обращения			
30	«Интеркосмос-10»	30.X.1973	1477	265	74	102 мин	Комплексный эксперимент по изучению связи между магнитосферой и ионосферой Земли с одновременными запусками метеороаэрометров	ГДР, СССР, ЧССР	
31	«Ореол-2»	26.XII.1973	1995	407	74	109,2 мин	Изучение спектров и энергии протонов и электронов с целью выяснения природы полярных сияний	СССР, Франция	Проект «Аркад». Сопутствующие наблюдения: НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР, Франция
32	Ракеты ММР-06	1973–1976	65 *	—	—	—	Отработка малогабаритной метеорологической системы ММР-06–ДАРТ	ГДР, ПНР, СССР	Запуск со станции ракетного зондирования «Волгоград»
33	Французские аэростаты	I–III.1974	30–40 *	—	—	—	Изучение электрического и магнитного полей и полярных сияний	СССР, Франция	Проект «Самбо». Аэростаты, запущены с полигона Кируна (Швеция)
34	«Интеркосмос-11»	17.V.1974	526	484	50,7	94,5 мин	Исследование коротковолнового излучения Солнца и его влияния на верхнюю атмосферу Земли	ГДР, СССР, ЧССР	Запуск спутника «Интеркосмос-11» посвящен 250-летию Академии наук СССР
35	«Космос-690»	22.X.1974	389	223	62,8	90,4 мин	Гамма-облучение от бортового источника радиации различных биологических объектов	СССР	Результаты эксперимента анализировали: СРР, СССР и ЧССР
36	«Интеркосмос-12»	31.X.1974	708	264	74,1	94,1 мин	Комплексное исследование характеристик верхней атмосферы и ионосферы Земли, изучение метеорных частиц	НРБ, ВНР, ГДР, СРР, СССР, ЧССР	
37	«Союз-16»	2.XII.1974	223	177	51,8	88,4 мин	Отработка совместимых систем стыковки и сближения космических кораблей (ЭПАС)	СССР	
38	Ракеты «Эридан» (Франция)	26.I. 15.II.1975	250 * 250 *	— —	— —	— —	Активные эксперименты по искусственной инжекции электронов в магнитосопреженных точках Земли	СССР, Франция	Проект «Аракс». Запуски осуществлены с о. Кергелен (Франция)
39	«Интеркосмос-13»	27.III.1975	1714	296	83	104,9 мин	Исследование взаимосвязи между динамическими процессами в поведении заряженных частиц и низкочастотных электромагнитных излучений	СССР, ЧССР	Сопутствующие наблюдения: НРБ, ВНР, ГДР, СССР, ЧССР
40	«Ариабата» (первый индийский ИСЗ)	19.IV.1975	619	563	50,71	96,36 мин	Исследование ионосферы, рентгеновского галактического излучения, нейтронного и гамма-излучения Солнца	Индия, СССР	Спутник «Ариабата» запущен советской ракетой-носителем с территории СССР
41	МАС-2 (малый автономный спутник, Франция)	5.VI.1975	40890	450	63	737 мин	Исследование радиационной системы теплозащиты	СССР, Франция	Запущен с ИСЗ «Молния-1» одной ракетой-носителем

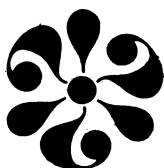
№ п/п	Наименование космического аппарата, проекта	Дата запуска (посадки)	Начальные параметры				Цель и задачи эксперимента	Страны-участницы	Примечание
			Апогей, км	Перигей, км	Наклонение, град.	Период обращения			
42	«Венера-9»	8.VI.1975	112200	1510	34,15	2898 мин	Исследование рассеянного ультрафиолетового излучения	СССР, Франция	22 октября 1975 г. «Венера-9» выведена на орбиту ИСЗ Венеры. Спускаемый аппарат совершил мягкую посадку на поверхность планеты
43	«Венера-10»	14.VI.1975	113900	1620	29,5	2963 мин	Исследование рассеянного ультрафиолетового излучения	СССР, Франция	
44	«Союз-19»	15.VII.1975	220,35	186,35	51,78	88,49 мин	Испытания совместимых средств сближения и стыковки; осуществление совместного полета с кораблем «Аполлон», выполнение взаимных переходов космонавтов, проведение совместных и автономных научных экспериментов в ходе полета	СССР, США	
45	«Вертикаль-3»	2.IX.1975	502 *	—	—	—	Исследование параметров верхней атмосферы и ионосферы и воздействия на них ультрафиолетового излучения	НРБ, ГДР, СССР, ЧССР	
46	«Космос-782»	25.XI.1975	405	227	62,8	90,5 мин	Исследование влияния факторов космического полета на различные живые организмы	СССР, США, Франция, ЧССР	Совместная обработка результатов эксперимента: ВНР, ПНР, СССР, США, Франция, ЧССР
47	«Интеркосмос-14»	11.XII.1975	1707	345	74	105,3 мин	Изучение низкочастотных электромагнитных излучений в магнитосфере Земли, структуры ионосферы и интенсивности микрометеорных потоков	НРБ, ВНР, ГДР, СССР, ЧССР	
48	«Метеор»	15.V.1976					Исследование интенсивности поглощения атмосферой инфракрасного излучения Земли в широком диапазоне длин волн	ГДР, СССР	
49	«Интеркосмос-15»	19.VI.1976	521	487	74	94,6 мин	Испытания систем и агрегатов автоматической универсальной орбитальной станции (АУОС), в том числе единой телеметрической системы (ЕТМС)	ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР, СССР	
50	«Интеркосмос-16»	27.VII.1976	523	465	50,6	94,4	Исследование ультрафиолетового и рентгеновского излучения Солнца и влияния этих излучений на структуру верхней атмосферы Земли	ГДР, СССР, ЧССР	

Указатель статей, опубликованных в «Земле и Вселенной» в 1976 году

Амнуэль П. Р.—Что происходит в ТДС? . . .	6	Овчинников А. А.—Автоматизация в наблюдательной астрономии	4
Бессонов А. Ф.—Индустрия на орбите . . .	5	Петрова Г. Н.—Постоянно ли геомагнитное поле?	5
Буланже Ю. Д.—Современные движения земной коры	2	Сагдеев Р. З.—Астрономия и Земля . . .	2
Бушуев К. Д.—Технические аспекты совместимости космических кораблей	1	Серебрянный Л. Р.—Радиоуглеродные часы отбивают пульс ледниковой эпохи	2
Генштафт Ю. С., Ермаков В. А.—Необычное извержение на Камчатке	4	Серов А. Н., Фокин В. И.—Проблемы создания венерианских аппаратов	5
Гиндилис Л. М.—Радиотелескоп РАТАН-600 .	4	Тиндо И. П.—Зеркальный рентгеновский телескоп станции «Салют-4»	1
Гинзбург В. Л.—Астрофизика высоких энергий	5	Урсул А. Д.—Экологические перспективы и космонавтика	2
Гурвич А. С., Кубасов В. Н., Леонов А. А., Симонов А. И., Харитонов Т. Н.—Солнечный барометр	2	Хромов Г. С.—Состояние, перспективы и проблемы развития советской астрономии	2
Гуревич Л. Э., Глинер Э. Б.—Пространство, время и геометрия	5	Черных Н. С.—Комета Смирновой — Черных 1975e	6
Гольдовский Д. Ю.—«Викинги» летят к Марсу	3	Чернов А. А.—Телескопы над облаками . . .	2
Горанский В. П.—Новая Лебеда 1975 года .	3	Чугунов Е. Ф.—Космос и международное сотрудничество	3
Евстрахин В. А. Повышать эффективность геологоразведочных работ	3	Чурюмов К. И.—Комета Кобаяси — Бергера — Милона и ее открыватели	3
Зекцер И. С.—Ресурсы подземных вод в СССР	4	Чурюмов К. И., Голубев В. А.—Комета Уэста 1975 n	6
Зиман Я. Л., Большой А. А.—Изучение природных ресурсов Земли из космоса	1	Шеффер Е. К.—«Филин» исследует рентгеновские звезды	1
Комберг Б. В.—Два новых спутника нашей Галактики?	5	Яснгов В. П.—«Зеленые патрули» в космосе .	6
Кочаров Г. Е., Викторов С. В., Чесноков В. И.—Спектрометр РИФМА-М на Луне	5		
Ксанфомалити Л. В.—Меркурий — брат Луны	1	ЛЮДИ НАУКИ	
Кутузов И. А.—Состояние и перспективы развития советской геодезии и картографии . .	2	Алимарин И. П.—Пример служения науке .	3
Марков М. Н.—Инфракрасный эксперимент на «Салюте-4»	4	Гальперин Ю. И., Кардашев Н. С., Курт В. Г., Мороз В. И., Шоломицкий Г. Б.—Иосиф Самуилович Шкловский	4
Маров М. Я.—Венера: что о ней известно сегодня	3	Гуртштейн А. А.—Двуликий Янус французской астрономии	1
Мартынов Д. Я.—Красный Сириус	1	Добровольский А. Д.—Николай Николаевич Зубов	1
Мартынов Д. Я.—Черты прогресса в астрономии XX века	5	Донцова Е. И.—Основатель геохимии изотопов	3
Мещерский И. Н., Ильин А. С.—Движения земной поверхности, вызванные техногенными процессами	6	Куликовский П. Г.—Павел Петрович Паренаго	5
Николаев А. В.—Сейсмическое просвечивание Земли	5	Памяти Александра Павловича Виноградова . .	3
Новиков И. Д.—Черные дыры взрываются!	4	Памяти Ростислава Владимировича Куницкого .	1
Нусинов М. Д., Черняк Ю. Б.—Лунные стеклянные шарики — откуда они?	1	Памяти Соломона Борисовича Пикельнера . . .	2
		Радлова Л. Н.—Всеволод Васильевич Шаронов	4
		Ребров М. Ф.—Пятнадцатая весна	2

Самойленко В. С.—Интерес к науке о Мировом океане	3	Непрочнов Ю. П.—«Гломар Челленджер» в Черном море	2
Сидоренко А. В.—А. П. Виноградов — выдающийся естествоиспытатель	3	ОБСЕРВАТОРИИ И ИНСТИТУТЫ	
Тугаринов А. И.—Черты характера	3	Калмыков А. М.—Китабская международная широтная станция	2
Ярошевский А. А.—Последний научный доклад Александра Павловича Виноградова	3	Король А. К.—Главная астрономическая обсерватория Украинской ССР	1
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ		Ференбак Ш.—Обсерватория От-Прованс	1
Бисноватый-Коган Г. С.—Проблемы магнитных полей в Космосе	6	АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
Буланже Ю. Д.—Геодезические науки на XVI Генеральной ассамблее МГГС	4	Барков А. П.—Учителя астрономии учатся	3
Озмидов Р. В.—Новое в физике океана	4	Болеев К. Б., Тулегенов Ш.—Воспитывать воинствующих атеистов	6
Пановкин Б. Н.—Школа-семинар по проблеме СЕТИ	4	Воронцов-Вельяминов Б. А.—Роль программы в улучшении преподавания астрономии	6
Салуквадзе Г. Н.—III Европейская астрономическая конференция	3	Гаген-Торн В. А.—СПАК продолжает свою работу	5
Хренов Л. С., Левитан Е. П.—Съезд ВАГО в столице Армении	3	Дивинский М. Л.—Научные конференции школьников Киева и эффективность астрономического образования	5
Эргма Э.—Сотрудничество социалистических стран в исследовании проблем звездной эволюции	2	Засов А. В.—Обсуждаем программу школьного курса астрономии	4
ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ		Кононович Э. В.—Принципы построения курса астрономии в школе будущего	4
Гиндилис Л. М.—Модель контакта, а не доказательство зонда	2	Порфирьев В. В., Шебалин О. Д.—Новая специальность в педагогических институтах	1
Дробышевский Э. М.—Как возникают двойные звезды	3	Радзиевский В. В., Артемьев А. В., Арюткина А. А.—Принципы построения программы по астрономии	6
Шпилевский А. В.—Новая интерпретация тиниственного радиоэха	2	Страут Е. К.—Необходимо совершенствовать структуру курса астрономии	4
ЭКСПЕДИЦИИ		Таскина Т. А.—Проект новой программы и системный подход к курсу астрономии	4
Вержбицкий Е. В., Сузюмов А. Е.—На «Виме» — в Охотское море	6	ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ	
Зингер Е. М.—Советские гляциологи на Шпицбергене	4	Артемьев В. Е., Елисеенкова Е. Н.—«Море, каким мы хотим его видеть»	3
Корт В. Г., Морозов Е. Г.—«Академик Курчатова» в Норвежском море	5	Косарев А. Н.—Освоение океана	3
Кринов Е. Л.—Железный дождь	5	НАРОДНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ И ПЛАНЕТАРИИ	
Латун В. С.—«Академик Вернадский» продолжает исследования	1	Порцевский К. А.—Встреча директоров планетариев	3
		Толч А. К.—Школьный планетарий и обсерватория в Новополюцке	4
		Шевляков И. Ф.—Как был открыт планетарий в Данкове	4
		ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
		Коваль В. И.—Главный кратер метеорита Каали	2
		Коваль В. И.—Фотографируем затмение	3
		Кулин Д.—Любительская астрономия в Венгрии	5
		Лазаревский В. С.—Астрономические явления в 1977 году	6

Любительские фотографии солнечного затмения	1	Глубинное бурение на суше	3
Любители астрономии наблюдают лунное затмение	3	Двойной астрограф на международной параллели	2
Марленский А. Д.—Бинокли и астрономические наблюдения с ними	1	Двойственность источника Лебедь X-2	4
Сизонов Г. Н.—Диспетчерская связь при наблюдении метеоров	6	«Жесткие» рентгеновские источники и шаровые скопления	6
Симоненко А. Н.—Болид 11 февраля 1976 года	6	Землетрясение в каменоломне	5
ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ		Искусственное «окно» в ионосфере	2
Неяченко И. И.—Персей	1	Исследование рентгеновской Новой	5
Неяченко И. И.—Возничий	3	Исследуется двойная система Скорпион X-1	3
Неяченко И. И.—Кассиопея	4	Калий в облаках Ио	5
Неяченко И. И.—Лебедь	5	Климат Центральной Антарктиды за 50 тысяч лет	5
ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ		Количество метеоритных структур в СССР	6
Жуховицкий С. Ю.—Портативный астрограф	2	Коллоквиум в Абастумани	6
ФАНТАСТИКА		Комета Уэста	4
Данных М. Ц.—Планета Терра	4	Лауреаты медали «За обнаружение новых астрономических объектов»	6
Комаров В. Н.—Если бы знать заранее	6	Лебедь X-1 — оптический пульсар	6
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ		Ледниковый период: предвидится или нет?	5
Рудов В. А.—Марки, посвященные советской космической радиосвязи	1	Лунная пыль и земное оледенение	5
Рудов В. А.—15 лет подвигу Юрия Гагарина	2	Наблюдения солнечного затмения в Ярославле	2
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ		Найден редкий метеорит	6
Авдуевский В. С.—Космонавтика сегодня	3	На орбите «Космос-800»	2
Боровкова Е. В.—«Элементы орбит 45 метеоритов. Атлас»	4	Нейтринно и вспышки сверхновых звезд	2
Гольденберг Л. А.—«200 научных биографий»	6	Новое о Титане и Мимасе	1
Захаров А. П., Скуридин Г. А.—Космические исследования и международное сотрудничество	5	Новый астероид	4
Каплан С. А.—«Звезды: их рождение, жизнь и смерть»	3	Новый класс рентгеновских источников	5
Кирсанов В. С.—«История философии для физиков и математиков»	1	Об озоне	5
Косарев А. Н.—Покоритель двух океанов	4	Окись углерода в соседней галактике	5
Котляков В. М.—«Между полюсом и Европой»	6	Оледенение и «всемирный потоп»	4
Новиков И. Д.—Актуальные проблемы астрономии	3	Отождествление рентгеновской Новой	1
Новожилов Н. И.—Выдающийся русский мореплаватель и ученый	1	Отождествление рентгеновской Новой	3
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	1, 2, 4, 5, 6	Повторная вспышка рентгеновской Новой	5
НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ		Подарок ученого	3
Акустические колебания Солнца	3	Полет «Союза-22»	6
Анизотропия в космических лучах	3	Почему вспыхивают рентгеновские Новые	5
Астрономические кружки в Венгрии	5	Президент Академии наук СССР Анатолий Петрович Александров	1
Астрономы чтят память П. П. Паренего	5	Природа пульсара в двойной системе	1
В полете «Союз-21»	5	Проблема СЕТИ	2
В центре Галактики — черная дыра?	1	Протонная вспышка и земная атмосфера	5
Гигантский взрыв в созвездии Ориона	5	Рентгеновское излучение Сириуса	3
Гигантский ископаемый пингвин	4	Самая тяжелая молекула в космосе	3
		«Сверхвытянутые» двойные системы	6
		Сверхновые звезды — генераторы космических лучей	1
		Сверхсильные магнитные поля	4
		Сверхтесная двойная система?	3
		Семинар для учителей астрономии	3
		Совещание в Чернигове	1
		«Союз-21»: успешное завершение программы полета	6
		Студенты слушают лекции в планетарии	3
		44-й рейс «Гломара Челленджера»	6
		Топография поверхности океана	2
		Флора и фауна в пермскую эпоху	5
		Химический состав Солнца	6
		Четырнадцатый спутник Юпитера	2
		Юбилей В. А. Русанова	4



ОТВЕТЫ
НА ВОПРОСЫ
ЧИТАТЕЛЕЙ

Я слышал, что академик АН ГрузССР Е. К. Харадзе открыл звезду «Кимеридзе». Не можете ли Вы рассказать о ней!

Дамир ГИНЯТУЛЛИН,
школьник (г. Новокузнецк)

По просьбе редакции на этот вопрос отвечает директор Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР академик АН ГрузССР Е. К. ХАРАДЗЕ.

Это неверно, что звезду «Кимеридзе» открыл Е. К. Харадзе. Дело в том, что молодой сотрудник Абастуманской астрофизической обсерватории АН ГрузССР Гиви Кимеридзе открыл Сверхновую звезду, а я лишь известил об этом Бюро астрономических сообщений Академии наук СССР, как принято делать в подобных случаях.

Что представляет собой сверхновая звезда?

Обычные звезды — это раскаленные газовые шары огромных размеров, которые зачастую достигают в поперечнике десятков миллионов километров. Температура их поверхности несколько тысяч или несколько десятков тысяч градусов. В недрах же звезд царит еще более высокая температура — миллионы градусов. Тем не менее большинство звезд из-за их огромной удаленности даже в сильные телескопы кажутся нам слабыми светящимися точками.

Однако случается, что звезды в процессе своего развития взрываются, сбрасывают оболочки, обнажают свои горячие слои и потому становятся очень яркими. Например звезда, едва видимая в сильнейший те-

лескоп, вдруг превращается в яркое небесное светило, которое можно наблюдать невооруженным глазом. Светимость такой звезды возрастает в десятки миллионов раз. С этого момента звезду называют сверхновой.

Представьте себе, что в большом зале висит люстра, состоящая из миллионов горящих электрических лампочек, но она закрыта темной материей. И лишь одна лампочка, пробиваясь сквозь прорезь в материи, слабо освещает зал. Сбросив темную материю с люстры, вы увеличите освещенность зала в миллион раз. Этот пример напоминает нам эффект возгорания сверхновой звезды. По прошествии некоторого времени сверхновая, теряя энергию, постепенно возвращается к своей прежней светимости. Так тускнеет люстра, если выключать лампу за лампой.

Вспышка сверхновой — довольно редкое явление. Каждое открытие сверхновой предоставляет астрономам новые возможности для исследования свойств космической материи и законов ее развития, для познания тайн природы. Тайнами полна Вселенная, но они последовательно постигаются могучим человеческим разумом.

6 НОЯБРЬ ДЕКАБРЬ 1976 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор — доктор физико-математических наук Д. Я. МАРТЫНОВ. Ответственный секретарь — кандидат педагогических наук Е. П. ЛЕВИТАН. Член-корреспондент АН СССР Г. А. АВСЮК, доктор географ. наук А. А. АКСЕНОВ, кандидат физ.-мат. наук В. А. БРОНШТЭН, член-корреспондент АН СССР Ю. Д. БУЛАНЖЕ, доктор техн. наук А. А. ИЗOTOV, доктор физ.-мат. наук И. К. КОВАЛЬ, доктор географ. наук В. Г. КОРТ, доктор физ.-мат. наук Б. Ю. ЛЕВИН, кандидат физ.-мат. наук Г. А. ЛЕЙКИН, академик А. А. МИХАЙЛОВ, доктор физ.-мат. наук И. Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук К. Ф. ОГОРОДНИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г. Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук В. В. РАДЗИЕВСКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю. А. РЯБОВ, доктор техн. наук К. П. ФЕОКТИСТОВ.

Адрес редакции:
117049, Москва В-49, Мароновский пер., 26, комн. 329—331
тел. 237-02-67, 237-59-93

Художественный редактор
Л. Я. Шимкина

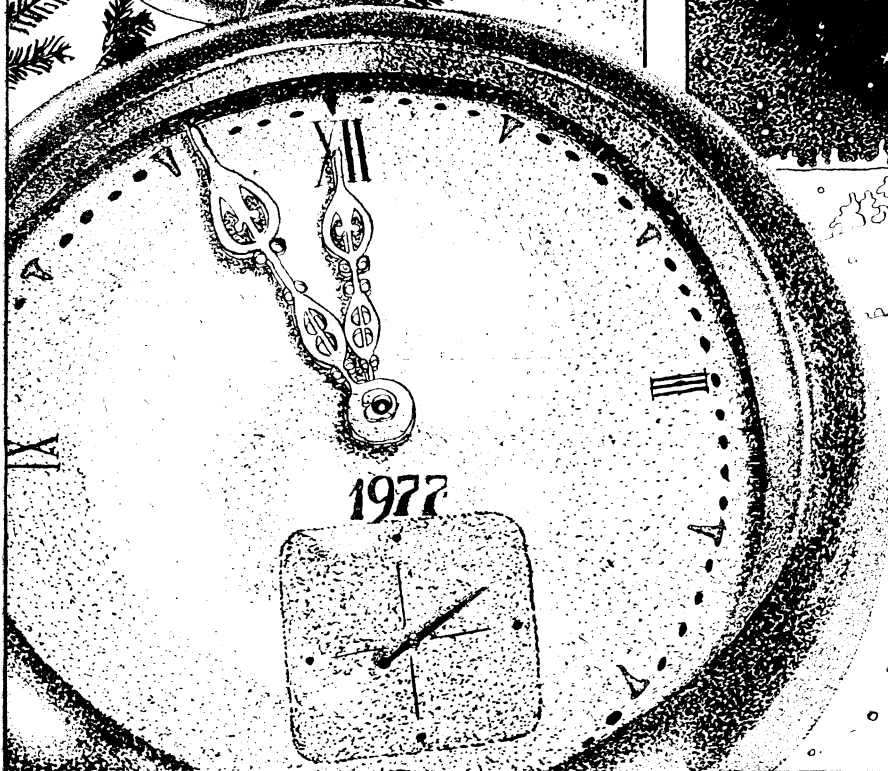
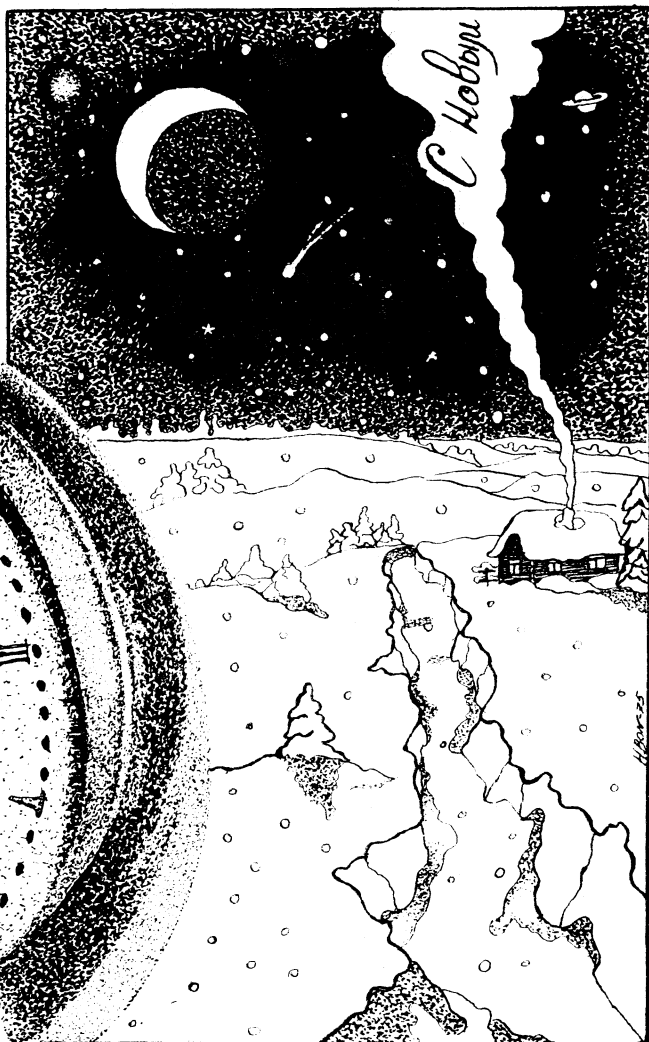
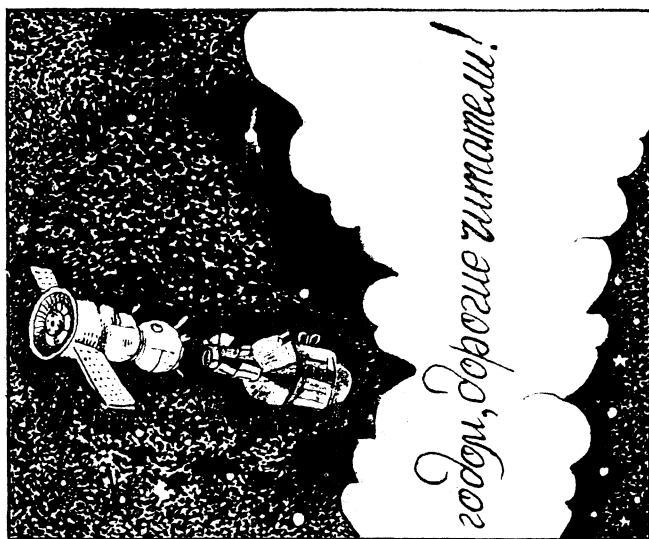
Корректоры: С. М. Веритэ,
Т. Н. Морозова

Номер оформили: Е. К. Верентинова, Т. А. Григорьева, А. Г. Калашникова, В. И. Кноп, Л. С. Новикова, Н. В. Новикова

При перепечатке ссылка на журнал «Земля и Вселенная» обязательна

Т-16052. Сдано в набор 27/VII 1976 г. Подписано в печать 8/X-1976 г. Формат бум. 84×108¹/₁₆. Печ. л. 6,0 (10,08). Уч.-изд. л. 11,3. Бум. л. 3,0. Заказ 893 Цена 40 коп. Тираж 50 000

2-я типография издательства «Наука»,
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10





ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 40 КОП
ИНДЕКС 70336